


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Neue Capillar- und Capillaranalytische Untersuchungen

mitgeteilt der

Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

am 13. April 1907

von

FRIEDRICH GOPPELSROEDER

(Mit 52 Tafeln Textbeleg)

Separatabzug aus den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel. Band XIX. Heft 2. 1907. (Georg's Verlagsbuchhandlung.)

Basel
Buchdruckerei Emil Birkhäuser
1907



Verzeichnis meiner früheren dieses Gebiet betreffenden Arbeiten.

---

1) **„Über ein Verfahren, die Farbstoffe in ihren Gemischen zu erkennen.“**
(Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel, 1861, III. Thl., 2. Heft.)

2) **„Note sur une méthode nouvelle propre à déterminer la nature d'un mélange de principes colorants.“**
(Bulletins de la Société Industrielle de Mulhouse, 1862, Tome XXXII.)

3) **„Zur Infektion des Bodens und Bodenwassers.** Abschnitt — Seiten 16 und 17: **Methode zur Nachweisung von Farbstoffspuren in der Erde.“**
(Programm der Basler Gewerbeschule, 1872. Schweighauser'sche Verlagsbuchhandlung, Benno Schwabe.)

4) **„Über die Darstellung der Farbstoffe, sowie über deren gleichzeitige Bildung und Fixation auf den Fasern mit Hilfe der Elektrolyse.** Kapitel VII: **Über den Nachweis der bei der Elektrolyse nebeneinander entstehenden und miteinander gemischten Farbstoffe.“**
(Zeitschrift für Österreich's Wollen- und Leinen-Industrie, 1884 und 1885.)

5) **„Über Capillaranalyse und ihre verschiedenen Anwendungen, sowie über das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen.“**
(Mitteilungen des k. k. Technologischen Gewerbemuseums

in Wien, Sektion für chemische Gewerbe. Neue Folge, II. Jahrgang 1888, Hefte 3 und 4 und III. Jahrgang 1889, Hefte 1 bis 4.)

(Dazu 78 Seiten Beilagen, gedruckt bei Wenz und Peters, Mülhausen i. E. 1889.)

6) „**Capillaranalyse, beruhend auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen.** Mit dem Schlusskapitel: **Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen.**"

(Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel. Bd. XIV, 1901. 545 Seiten, 58 lithographische Tafeln und ein Lichtdruckbild.)

7) „**Studien über die Anwendung der Capillaranalyse: I. bei Harnuntersuchungen, II. bei vitalen Tinktionsversuchen.**"

(Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel. Bd. XVII, 1904. 198 Seiten, 130 lithographische Tafeln und 21 Lichtdruckbilder.)

8) „**Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse.**"

(Verlag von Helbing und Lichtenhahn vormals Reich-Detloff, Basel, 1906.)

Inhaltsverzeichnis des Textes.

Inhaltsverzeichnis der Textbelege (Tafeln).

Zur Einleitung der hier folgenden Mitteilungen, welche sich meinen früheren, in besonderem Verzeichnis aufgezählten Publikationen anschliessen, mögen die folgenden paar Worte dienen.

Hängt man Streifen, z. B. von Filtrierpapier, mit ihrem einen Ende in flüssige Körper oder in Lösungen ein, so steigen diese, die Lösungen mit samt der in ihnen gelösten flüssigen und festen Körper im Capillarmedium gesetzmässig bis zu bestimmten Höhen empor. Übt in erster Linie die Capillarkraft ihre Wirkung aus, so dass die Körper gleichsam stürmisch scheinen im Streif hinaufeilen zu wollen, so kommt sehr bald in zweiter Linie die Adsorptionskraft zwischen Capillarmedium und capillar wandernden Körpern zur Geltung, so dass diese früher oder später im Verlaufe der Operation in schmalen oder mehr oder weniger ausgedehnten Zonen festgehalten werden.

Sind die in solcher Weise, zum Beispiel auf dem Filtrierpapiere festgehaltenen Körper farbige, so erkennt man sie schon an der Färbung ihrer Zone; sind sie aber farblos, dann ergibt sich ihre vielleicht nur hochspurenweise Anwesenheit erst aus chemischen Reaktionen, besonders Farbreaktionen oder aus physikalischen Erscheinungen, wie Fluoreszenz, Emissions- oder Absorptionsspektrum etc., mit Hilfe der Zonen selbst oder ihrer Auszüge.

I. Einfluss verschiedener Filtrierpapiersorten auf die Grösse der Steighöhe. (Siehe Tafeln 1 bis 5.)

Die im Handel gebotenen Filtrierpapiere verhielten sich bei Capillarversuchen natürlich sehr verschieden. So zeigten sich bei 24stündigen Capillarversuchen mit verschiedenen Flüssigkeiten und Lösungen die folgenden nach dem Trocknen der frei gehangenen Streifen an der Luft gemessenen, von der Eintauchsgrenze an gerechneten Totalsteighöhen und daraus berechneten Minutensteighöhen.

		Totalsteighöhen in cm	Minutensteighöhen in mm
Destilliertes Wasser	9 verschiedene Filtrierpapiersorten	31.57—48.97 cm	2.3—3 mm
90 V °/o iger Aethylalkohol	Dieselben 9 verschiedenen Filtrierpapiersorten	11—25.8	0.07—0.18
Sehr verdünnte leise rötlich gefärbte wässerige Eosinlösung	Dieselben 9 verschiedenen Filtrierpapiersorten	Wasser 31.08—47.66 Eosin 7.3—23	0.21—0.33 0.05—0.159
Sehr stark verdünnte wässerige Lösung von Methylenblau, Azorubin, Malachitgrün und Naphtolgelb	16 Filtrierpapiersorten, 8 der obigen dabei	7.5—35.4	0.052—0.245
Wässerige Lösung von Säurefuchsin, Naphtolgelb, wasserlösliches Blau und Aethylgrün (69-stündiger Capillarversuch)	8 der obigen Filtrierpapiersorten	21—42.15 cm	0.05—0.101 mm

Die Steighöhen in den 9 verschiedenen Filtrierpapiersorten nehmen mit dem Grade der Verdünnung des Alkohols mit destilliertem Wasser zu.

Muskulus und J. Traube (D. Chem. Ges. 1886) nannten diejenigen Substanzen capillarinaktiv, welche,

selbst in starker Menge, die Capillarsteighöhe des Wassers nur wenig erniedrigen, so z. B. Albumin, Gelatine, Dextrin, Harnstoff, Weinsteinsäure, Oxalsäure, Salze etc., während die Capillaraktiven, so z. B. die Alkohole und Äther die Capillarsteighöhe des Wassers sehr stark erniedrigen.

Früher hatte ich mit dem zur quantitativen Analyse angewandten, sozusagen keine Asche hinterlassenden sogenannten Schwedischen Filtrierpapiere gearbeitet. Später wählte ich zu seinem Ersatze Filtrierpapiere aus der Fabrike der Herren Carl Schleicher & Schüll, Düren, Rheinland, namentlich die Sorte 598 Beste Qualität, mit welcher ich die grösste Steighöhe erzielte.

Bei nach theoretischer Richtung hin gehenden Versuchsreihen oder bei capillaranalytischen vergleichenden Untersuchungen ist es nötig, eine und dieselbe reinste und günstigste Filtrierpapiersorte zum Aufsteigen und zur Adsorption der zu prüfenden Flüssigkeiten oder Lösungen zu verwenden.

Ich hänge die Streifen, zum Schutze vor Luftbewegung, Staub und sonstigen Luftverunreinigungen in geschlossenem Glaskasten oder unter Glasglocken entweder offen oder zwischen doppelten Glaslinealen auf, wobei der auf das nicht eingeteilte Glaslineal gelegte Streif mit einem zweiten in mm eingeteilten eben solchen bedeckt wird.

Das Ablesen der Steighöhe geschieht bei durchscheinendem Lichte in der Mitte des Streifs.

II. Einfluss der Lage des Filtrierpapierstreifs auf die Steighöhe. (Siehe Tafel 6.)

Die Streifen hangen in senkrechter Lage. Bei einem Vergleichsversuche wanderte eine wässerige, $\frac{1}{10}$

Molekular Grammgewicht Kaliumsulfat pro Liter enthaltende Lösung in 65 Stunden = 3900 Minuten bei vollkommen senkrechter Stellung des Filtrierpapierstreifs 46.3, bei 53.9 Grad Steigung 57.5, bei horizontaler Lage 116.5, bei 2 Grad Senkung 130.3, bei 13 Grad Senkung 148.8 und bei 25 Grad Senkung sogar 200 Centimeter weit. In den drei letzten Fällen findet neben Capillarwanderung noch Fliessen der Lösung statt.

III. Capillarversuche mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen.

(Siehe Tafeln 7 bis 9 und 50 bis 52.)

Die kürzeren Glaslineale haben eine Länge von 54.5 cm und sind 3 cm breit, die längeren sind 2 Meter lang und von derselben Breite. Die Capillarpapierstreifen sind je nach der zur Disposition stehenden Flüssigkeitsmenge 2 oder bis nur 0.5 cm breit.

Sind die Glaslineale satt an den Streif angepresst, so ist die Steighöhe grösser wie bei lose anliegenden. Bei einem dreifachen vergleichenden Versuche z. B. mit Streifen der Fabriknummer 598 Beste Qualität war der Unterschied nach einer Stunde 3, nach 2 Stunden 9, nach 4 Stunden 16, nach 6 Stunden 25 und nach 8 Stunden 30 Millimeter. Bei offen hangenden Streifen ist die Steighöhe stets niederer wie bei zwischen Glaslinealen eingeschlossenen.

Ich lasse wegen der Capillarwirkung zwischen Glas und Flüssigkeit die Glaslineale nicht in die Flüssigkeit eintauchen, sondern den Filtrierpapierstreif 4—6 cm frei hervorragen, hievon 3—5 cm in die Flüssigkeit eintauchen, so dass 1 cm zwischen Eintauchsgrenze und Glaslineal frei an der Luft sich befindet.

IV. Einfluss der Länge der Eintauchszone auf die Steighöhe. (Siehe Tafel 10.)

Hinsichtlich etwaigen Einflusses der Länge der Eintauchszone des Streifs auf die Steighöhe der flüssigen und gelösten Körper zeigte sich kein erheblicher Unterschied zwischen 3 und 1 Centimeter, wohl aber bei Verkürzung derselben auf bloss 5 Millimeter.

Die Eintauchszone ist deshalb wichtig, weil auf ihr die in feinster Suspension gewesenen oder durch chemische Veränderungen sich ausscheidenden amorphen, kristallinischen und organisierten Substanzen abgelagert werden. Ich lasse darum die Streifen, um eine möglichst grosse Ablagerungsfläche zu haben, 3 bis 5 Centimeter tief in die Flüssigkeiten eintauchen. Ich verweise auf meine früheren Publikationen.

Zeigt sich, wie in den allermeisten Fällen, am oberen Ende der Steighöhe eine auch nur sehr leise gelbliche Endzone, welche von Spuren von Verunreinigungen in der Flüssigkeit oder im Filtrierpapier herrühren kann, so erleichtert diese wesentlich die Ablesung der Steighöhe am Schlusse der Operation. Fehlt aber eine solche, so mache ich gleich nach dem Herausheben des Streifs aus der Flüssigkeit einen kleinen Einschnitt an der Stelle des Streifs, bis wohin sich die Flüssigkeit hinaufgezogen hatte.

Ob die Ablesung der Steighöhe gleich nach Beendigung der Operation oder erst nach dem Trocknen des Streifs an der Luft vorgenommen wird, ist nicht von praktischem Belang, da durch das Trocknen der Streifen an der Luft bei zahlreichen Versuchen bloss eine Verkürzung der Steighöhe um $\frac{1}{104}$ bis $\frac{1}{190}$ bewirkt wurde.

V. Einfluss des trockenen und feuchten Zustands des Capillarmediums auf die Steighöhe. (Siehe Tafel 11.)

In feuchten Fasern steigen die flüssigen und gelösten Körper höher wie in trockenen. Bei vergleichenden Capillarversuchen mit Pergamentpapier, Wollzeug, Seidenzeug, Leinenzeug, Baumwollzeug und Filtrierpapier war der Unterschied am geringsten beim Pergamentpapier, am grössten beim Wollzeug.

VI. Einfluss der Grösse des Luftdrucks auf die Steighöhe. (Siehe Tafel 12.)

In verdünnter Luft erhält man grössere Steighöhen wie unter gewöhnlichem Luftdruck.

VII. Einfluss des Mordancierens der Gewebefaser auf die Steighöhe. (Siehe Tafeln 13 bis 15.)

Durch vorbereitende Behandlung des Filtrierpapiers, durch Beizen des zu den Capillarstreifen verwendeten Baumwollzeugs usw. kann man deren Adsorptionsvermögen erhöhen, so dass ein anderes Adsorptionsbild wie unter Anwendung nicht präparierter Fasern entsteht.

VIII. Wiederholte Capillarprüfung der Auszüge der bei einer ersten Capillaroperation erhaltenen einzelnen Zonen. (Siehe Tafeln 16 bis 18.)

Hat eine erste Capillaroperation nicht genügend scharfe Trennung der verschiedenen gemeinschaftlich gelöst gewesenen Körper ergeben, dann kann man die

Mischzonen, wenn nötig hintereinander mit verschiedenartigen Lösungsmitteln ausziehen, um mit den entstandenen Auszügen neue Capillaroperationen vorzunehmen, bis dass die vollständige Trennung, z. B. einer grösseren Anzahl von Farbstoffen in reinster Form erreicht ist.

IX. Empfindlichkeit der Capillaranalyse.
(Siehe Tafeln 19 bis 21.)

Was die hohe Empfindlichkeit der Capillaranalyse anbetrifft, so glaube ich dafür in meinen früheren Publikationen den unwiderleglichen Beweis erbracht zu haben. Ich füge hier einige neue Beweise bei.

X. Capillaranalytische Prüfung von wässerigen Alkaloidsalzlösungen. (Siehe Tafeln 22 bis 31.)

Bei 24stündigen Capillarversuchen mit unter Glasglocken und mit offen hangenden Filtrierpapierstreifen, welche 3 cm tief in verschieden stark verdünnte wässerige Lösungen der *Chlorhydrate der Strychnosbasen Strychnin* und *Brucin* tauchten, ergaben sich folgende Resultate.

Bei *Strychninchlorhydratlösung* (siehe Tafel 22) reagierten die beiden Reagentien *Bichromatlösung und Schwefelsäure* einerseits, *Ferricyankaliumlösung* anderseits bei $\frac{1}{3300000}$ absolutem Gehalte weder auf Lösung noch Streif, wohl aber das erstere Reagens wenigstens auf den Streif schon bei $\frac{1}{1600000}$, indem zuoberst eine Hochspur von rosa erschien.

Bei $\frac{1}{1000000}$ absol. Gehalte reagierten beide Reagentien noch nicht auf die Lösung, wohl aber auf den Streif. Bichromatlösung und Schwefelsäure erzeugten nämlich

auf dem Streif von unten bis oben leise rötliche Färbung, während Ferricyankaliumlösung in den obersten 2 Centimeter hell kirschrote Färbung verursachte.

Bei $\frac{1}{25000}$ absol. Gehalte reagierten beide Reagentien noch nicht auf die Lösung. Auf dem Streif hingegen verursachten Bichromatschwefelsäure von unten bis oben rosa, zu oberst rotviolette Färbung, welcher sehr schnell verschwindendes bläulichviolett vorausging, Ferricyankalium von unten bis oben ziemlich lebhafte, zu oberst sogar lebhafte kirschrote Färbung.

Bei $\frac{1}{800}$ absol. Gehalte bewirkte Bichromatlösung in der Lösung selbst starken gelben Niederschlag, nach weiterem Schwefelsäurezusatz zuerst lebhaft blauviolette, dann rote Färbung. Ferricyankalium reagierte nicht auf die Lösung. Auf dem Streif gab Bichromatschwefelsäure von unten bis oben blauviolette bis rote, Ferricyankaliumlösung von unten bis oben zuerst blauviolette, dann sehr lebhaft kirschrote Färbung.

Auf Streifen, welche mit *Strychninnitratlösung* (siehe Tafel 23) von $\frac{1}{1300000}$ absol. Geh. erhalten wurden, entstand durch *Bichromatschwefelsäure* von unten bis zu oberst s. sehr hellrosane Färbung, welche wieder verschwindet. Bei $\frac{1}{6400}$ absol. Gehalt wurden die unteren 9 cm des Streifs hellviolettrosa, während darüber nur s. sehr hellrosane Färbung erschien.

Bei $\frac{1}{1600}$ absol. Geh. wurde der Streif unten ziemlich lebhaft blauviolett, darüber bis zu oberst hellblauviolett, welche Färbung aber nachher in rosa überging.

Bei *Brucinchlorhydrat* (siehe Tafel 24) reagierte *Chlorwasser* bei $\frac{1}{100000}$ absol. Geh. weder auf Lösung

noch Streif. Bei $\frac{1}{25000}$ absol. Geh. zeigte sich in dicker Schicht der Lösung kaum wahrnehmbarer rosaviolettlicher, bald wieder verschwindender Schein, auf dem Streif zu oberst eine 1 mm breite s. sehr hellrosane Zone. Bei $\frac{1}{6000}$ absol. Geh. zeigte sich durch Zusatz des Chlorwassers in dicker Schicht s. s. s. hellrosaviolettliche, bald verschwindende Färbung, auf dem Streif durch Betupfung damit zu oberst 1 mm breit rosa, das bald in fleischrötlich überging und darunter ein kaum wahrnehmbares, bald sich entfärbendes rosa.

Nach 24stündigen Capillarversuchen mit 23 verschiedenartigen Mischungen von *Strychnin- und Brucinchlorhydrat*lösungen von verschiedensten absoluten Gehalten prüfte ich die erhaltenen Streifen mit den vier folgenden Reagentien: 1. mit kalter konzentrierter Schwefelsäure, wodurch Brucin rosa bis rot, Strychnin farblos gelöst wird, 2. mit kalter Bichromatlösung und konzentrierter Schwefelsäure, wodurch Strychnin zuerst blaue, dann violette, rote und gelbe, Brucin jedoch keine Färbung gibt, 3. mit kalter konzentrierter Salpetersäure, welche Brucin mit hochroter, Strychnin mit gelber Färbung löst, 4. mit kalter konzentrierter wässeriger Chlorlösung, wodurch Brucin kirschrot als Dichlorbrucin gelöst wird. Ich verweise auf Tafel 25. Am empfindlichsten zeigte sich die Bichromatschwefelsäure-Reaktion.

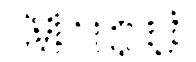
Nach 24stündigem Capillarversuche mit den Chlorhydratlösungen der *Opiumalkaloïde*, des *Morphiums*, *Codeïns*, *Thebaïns* und *Narceïns* erhielt ich folgende Resultate. (Siehe Tafeln 26 bis 29.)

Auf die mit *Morphiumchlorhydratlösung* erhaltenen Streifen reagierte ich mit den vier Reagentien: Verdünnte Ferrichlorürlösung, ammoniakalische Cuprisulfatlösung, Salpetersäure von 1.4 spez. Gewicht und Mischung von Salzäure und Schwefelsäure. (Siehe Tafel 26.)

Bei Verdünnung vom absoluten Gehalte $\frac{1}{3000000}$ entstand nur durch Betropfen mit verdünnter Ferrichlorürlösung zu oberst im Streif bläuliche Färbung, darunter nichts. Bei $\frac{1}{6000}$ absol. Gehalt reagierte Salpetersäure von 1.4 spez. Gew. noch nicht, wohl aber gab Ferrichlorürlösung zu oberst blaue, darunter bläuliche Färbung bis zu unterst, ammoniakalische Kupfersulfatlösung eine Hochspur von grünlicher Färbung, Salzsäure mit Schwefelsäure eine Hochspur von rosa.

Bei $\frac{1}{1600}$ absol. Gehalt gab verdünnte Ferrichlorürlösung zu oberst ziemlich lebhaft blaue, darunter bis zu unterst bläuliche Färbung, während die Lösung selbst schwach blau wurde, ammoniakalische Cuprisulfatlösung nur eine fragliche Hochspur von grünlicher Färbung, während die Lösung sehr schwach grün wurde, Salpetersäure von 1.4 spez. Gew. oben leise Rosafärbung, darunter Hochspur, während die Lösung goldgelb wurde und Salzsäure Schwefelsäure von unten bis oben sehr leise Rosafärbung.

Auf die mit *Codeïnchlorhydrat*lösung erhaltenen Streifen reagierte ich 1. mit heisser konzentrierter Schwefelsäure, 2. mit kalter konzentrierter Schwefelsäure und sehr verdünnter Ferrichlorürlösung, welche nach einander aufgetropft wurden. Bei Verdünnung $\frac{1}{3000000}$ absoluter Gehalt reagierte ersteres Reagens noch nicht, während letzteres von zu unterst bis zu oberst Spur violettlicher Färbung verursachte. Bei Verdünnung



$\frac{1}{200000}$ enstund durch heisse konzentrierte Schwefelsäure zu oberst eine kaum wahrnehmbare Hochspur von violettlich rosaner Färbung, durch konzentrierte Schwefelsäure und sehr verdünnte Ferrichlorürlösung von unten bis oben schwache violettliche Färbung. Bei $\frac{1}{80000}$ absol. Gehalt wurde durch ersteres Reagens die obere Streifhälfte rosaviolettlich, die untere spurenweise, durch letzteres der ganze Streif schwach blauviolettlich. Bei $\frac{1}{1600}$ wurde der Streif durch ersteres Reagens in seiner ganzen Länge rosaviolett, durch letzteres hell blauviolett, zu oberst sogar lebhaft blauviolett. (Siehe Tafel 27.)

Nach 24stündigen Capillarversuchen mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen des *Thebaïnchlorhydrats* reagierte ich sowohl mit konzentrierter Schwefelsäure wie mit Chlorwasser und Ammoniak auf Streifen und Lösungen. Beide Reagentien reagierten bei $\frac{1}{3000000}$ absol. Gehalt nicht. Beim absol. Gehalte $\frac{1}{25000}$ verursachte nur ersteres Reagens hellgelbe Färbung der Lösung. Bei $\frac{1}{8000}$ absolutem Gehalte entstund durch konzentrierte Schwefelsäure gelbe Färbung der Lösung, keine Färbung auf dem Streif, durch Chlorwasser und Ammoniak sehr hell bräunliche Färbung der Lösung und Hochspur von rosa oben auf dem Streif. Bei $\frac{1}{1600}$ entstund durch ersteres Reagens lebhaft orangerötlichgelbe Färbung der Lösung, zu oberst im Streif lebhaft rotorangene, darunter ziemlich lebhaft gelbe Färbung, durch letzteres Reagens sehr hellbräunliche Färbung der Lösung, im Streife zu oberst Rosafärbung, darunter spurenweise.

Bei $\frac{1}{400}$ absolutem Gehalte wurden durch ersteres Reagens die Lösung orangerot, der Streif zu oberst lebhaft blutrot, darunter bis zu unterst gelbrötlich, durch

letzteres Reagens die Lösung sehr hellbräunlich, der Streif von unten bis oben hellrosa. (Siehe Tafel 28.)

Nach 24stündigen Capillarversuchen mit *Narceïnchlorhydrat*lösungen verursachte stark verdünnte alkoholische Jodlösung in der Lösung von $\frac{1}{3000000}$ absol. Gehalte keine Färbung, auf dem Streife eine spurenweise Bläuung, in der Lösung von $\frac{1}{800000}$ auch noch keine Färbung, auf dem Streife schwache Bläuung. Bei $\frac{1}{6000}$ absol. Gehalt wurden die Lösung schwach stahlblau, der Streif blau, zu oberst sogar dunkelblau, bei $\frac{1}{1600}$ absol. Gehalt die Lösung lebhaft stahlblau, der Streif von unten bis oben dunkelblau, zu oberst sogar sehr stark. (Siehe Tafel 29.)

Bei Capillarversuchen mit *Stovaïnchlorhydrat*lösungen geschah die Reaktion auf Flüssigkeit und Streif mit durch Wasser verdünnter alkoholischer Jodlösung. Bei Verdünnung $\frac{1}{5000000}$ absol. Gehalte reagierte die Lösung selbst nicht; der Streif aber wurde in seinen obersten 4 cm ziemlich stark gelblich orangerot, darunter bis zu unterst hellgelb. Schon bei Verdünnung $\frac{1}{2400000}$ wurde die Lösung hellgelborangerot, während der Streif in seinen obersten 4 cm orangerot, darunter bis zu unterst gelb wurde. Bei $\frac{1}{25000}$ absol. Gehalt wurden die Lösung stark bräunlich orangerot, die obersten 6 cm des Streifs sehr lebhaft braun orangerot, während der übrige Teil bis zu unterst gelbe Färbung zeigte. (Siehe Tafel 30.)

Nach Capillarversuchen mit 9 verschiedenen Verdünnungen von *Eucaïnchlorhydrat*lösung fehlte mir leider das Reagens zum Nachweis des Eucaïns. Das Mittel aus 18 24stündigen Capillarversuchen ergab für die Steighöhe 39.44 cm, für die Minutensteighöhe 0.27 mm.

Hinsichtlich der Grösse der Steighöhen lässt sich bei grossen Verdünnungen kein Einfluss derselben auf jene wahrnehmen. Bei freihangenden Streifen war die Steighöhe immer bedeutend niedriger wie bei den unter verschlossenen Glocken hangenden. Als Mittel aus zahlreichen 24stündigen Capillarversuchen mit verdünnten wässerigen Lösungen von Salzen der verschiedensten Alkaloïde, fand ich bei freihangenden Streifen 23.8 cm, bei unter Glasglocken hangenden 39.9 cm Steighöhe, also 0.16, respektive 0.277 mm Minutensteighöhe.

Von den zur Tropingruppe gehörenden Alkaloïden prüfte ich das *Cocaïn*. Nach 24stündigem Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von *Cocaïnchlorhydrat* prüfte ich Lösungen und Streifen einerseits mit verdünnter alkoholischer Jodlösung, anderseits mit verdünnter Kaliumpermanganatlösung. Bei $\frac{1}{3000000}$ absol. Gehalt gab ersteres Reagens in der Lösung spurenweise gelbe, auf dem Streif gelbe Färbung, letzteres Reagens in der Lösung hellrote, auf dem Streif schwach violettlichrote Färbung. Bei $\frac{1}{800000}$ absol. Gehalt erzeugte ersteres Reagens ziemlich lebhaft gelbe Färbung in der Lösung, sehr schwache rotbräunliche auf dem Streif, letzteres Reagens noch bloss hellrote Färbung in der Lösung, violettlichrote auf dem Streif. Bei $\frac{1}{12800}$ absol. Gehalt wurden durch ersteres Reagens die Lösung lebhaft rötlich braun, der Streif ziemlich stark

rotbraun, durch letzteres Reagens die Lösung lebhaft violettlichrot, der Streif ziemlich stark violettlichrosa. (Siehe Tafel 31.)

Aus den obigen weiteren Resultaten meiner Capillarversuche mit Alkaloïden geht also wiederum die hohe Empfindlichkeit der Capillaranalyse hervor. Handelt es sich auch nicht um farbige, sondern um farblose Capillarzonen, so können doch selbst bei ganz enormen Verdünnungen die in den Lösungen vorhandenen Hochspuren von Alkaloid durch charakteristische chemische mit Färbungen verknüpfte Reaktionen erkannt werden.

Auch die Absorptionsspektralanalyse kann hier zu Hilfe gezogen werden. Wird z. B. der mit schwefelsäurehaltigem Wasser erhaltene Auszug einer Strychnin enthaltenden Capillarzone mit einigen Tropfen von Kaliumbichromatlösung bis zur Gelbfärbung versetzt, wodurch ein rotgelber kristallinischer Niederschlag von Strychninchromat entsteht, so gibt dieser mit konzentrierter Schwefelsäure eine vorübergehend blaue bis blauviolette Lösung, welche das ganze Spektrum bis auf Rot verdunkelt.

Auch die gelbe, nach einiger Zeit kirschrot werdende Lösung des Veratrins in konzentrierter Schwefelsäure absorbiert alle Strahlen des Spektrums bis auf Rot und Orange und gibt bei genügender Verdünnung ein breites Band im Grün zwischen D und b.

Durch Auflösen von Chinin in Chlorwasser und Zusatz von Ammoniak erhält man eine grüne Lösung, welche, genügend konzentriert, das ganze Spektrum bis auf Grün absorbiert.

Eine mit Chlorwasser, dann mit Ferrocyankalium und noch mit etwas Ammoniak versetzte intensiv rot

gefärbte Chininsalzlösung gibt einen Chloroformauszug, der ein breites Band im Grün und Gelb bewirkt.

Schon 1876 wies **A. Poehl** nach, dass gewisse Alkaloïde nach Behandlung mit Schwefelsäure oder mit **Froehde's** Reagens, das heisst mit einer frisch bereiteten farblosen Lösung von 5 Teilen Molybdänsäure oder Natronmolybdänat in 1 Teil konzentrierter Schwefelsäure charakteristische Spektralabsorptionserscheinungen geben. (Pharm. Zeitschr. f. Russland, 12, 353.)

Bei einlässlicher Umschau in der reichhaltigen Literatur stösst man auf zahlreiche andere Absorptionsspektralerscheinungen, welche sich zur Untersuchung der Capillarzonen verwerten lassen.

XI. Capillarversuche mit Gliedern verschiedener homologen Reihen organischer Körper.

(Siehe Tafeln 32 bis 43.)

Es geschahen die Versuche zum Teil mit freihangenden, meist aber mit zwischen doppelten Glaslinealen befindlichen Filtrierpapierstreifen. Wie immer, so geschahen auch hier alle Versuche unter Glaskasten, welche mit Hilfe von Gegengewichten auf und wieder herabgelassen werden konnten (siehe Tafeln 50 bis 52.) Auch bei diesen Versuchen ergaben sich bei den freihangenden Streifen weit niedrigere Steighöhen wie bei denjenigen mit Glaslinealen. Namentlich bei letzterer Versuchsweise wurden die Steighöhen möglichst oft, z. B. alle 5 Minuten abgemessen und auch die Minutensteighöhen innerhalb verschiedener Versuchszeiten berechnet. Hinsichtlich der Einzelheiten verweise ich auf die Tafeln 32 bis 43.

1. Bei Capillarversuchen mit *Paraffinen* oder *Grenzkohlenwasserstoffen* $C^n H^{2n+2}$ stellte ich eine Versuchsreihe A mit *Normalhexan* (aus Petrol) $C^6 H^{14} = CH^3 . (CH^2)^4 . CH^3$ und mit *Normalheptan* (aus Petrol) $C^7 H^{16} = CH^3 . (CH^2)^5 . CH^3$ während 1150 Minuten = 19 Stunden 10 Minuten bei 16—17° Cels. mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapieren an, eine zweite Versuchsreihe B mit denselben Kohlenwasserstoffen, sowie noch eine mit *Normal-Pentan* $C^5 H^{12} = CH^3 (CH^2)^3 . CH^3$, *Diisopropyl* $C^6 H^{14} = (CH^3)^2 . CH . CH (CH^3)^2$ und *Normal-Octan* $C^8 H^{18} = CH^3 (CH^2)^6 CH^3$ während nur 6 Stunden bei 19° Cels. mit freihangenden Filtrierpapierstreifen (siehe Tafel 32).

Bis zur 5. Minute des Versuchs stiegen beide Kohlenwasserstoffe gleich hoch; von da an aber übertraf die Steighöhe des Normalheptans diejenige des Normalhexans immer mehr und mehr und zwar:

Von	der	5.	bis	10.	Minute	um	3	mm
„	„	10.	„	20.	„	„	14	„
„	„	20.	„	30.	„	„	28	„
„	„	30.	„	60.	„	„	57	„
„	„	60.	„	90.	„	„	77	„
„	„	90.	„	120.	„	„	90	„
„	„	120.	„	150.	„	„	100	„
„	„	150.	„	180.	„	„	104	„
„	„	180.	„	1150.	„	„	124	mm

Die Endsteighöhen waren nach 1150 Minuten, bei Normalhexan nur 23.4 cm, bei Normalheptan hingegen 35.8 cm. Die Steighöhe des um CH^2 höheren Homologen übertraf somit die des niederen nach 1150 Minuten um 12.4 cm.

Während die Minutensteighöhe des Normalhexans innerhalb 1150 Minuten 0.203 Millimeter betrug, war

die des Normalheptans (= Hexan plus CH^2) 0.311 mm, so dass letztere die erstere um 0.108 mm übertraf.

Beim Versuche B mit freihangenden Filtrierpapierstreifen zeigte sich mit Zunahme der empirischen Molekularformel um die Gruppe CH^2 und ihre Multipeln ebenfalls Zunahme der Steighöhe.

Es waren die Steighöhen

			die Minutensteighöhen
bei Normal-Pentan	C^5H^{12}:	6 cm,	1 mm
„ Normal-Hexan	C^6H^{14}:	7.3 „	1.21 „
„ Diisopropyl	C^6H^{14}:	7.5 „	1.25 „
„ Normal-Heptan	C^7H^{16}:	9.5 „	1.58 „
„ Normal-Octan	C^8H^{18}:	13.5 „	2.25 „

Die beiden Isomeren C^6H^{14}, Normalhexan und Diisopropyl, haben fast die gleiche Steighöhe, respektive Minutensteighöhe, im Mittel 7.4 cm, respektive 1.23 mm.

Die während 60 Minuten erreichte Steighöhe und die daraus berechnete Minutensteighöhe übertraf bei zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen die bei freihangenden erreichte, beim Normal-Hexan um 13.1 cm, respektive 2.19 mm, beim Normal-Heptan um 16.6 cm, respektive 2.77 mm.

Von der 115. Minute an bis zur 180. zeigte sich beim Hexan keine Zunahme der Steighöhe mehr, beim Heptan aber eine solche von 1.5 cm, entsprechend 0.23 mm Minutensteighöhe.

In der darauffolgenden langen Periode von der 180. bis zur 1150. Minute waren beim Hexan die Steighöhe 2.4 cm, die Minutensteighöhe 0.024 mm, beim Heptan erstere 4.4 cm, letztere 0.045 mm.

Bei Versuch A brauchte Hexan zur Capillardurchwanderung einer Strecke von 20.4 cm des Filtrierpapierstreifs 55, Heptan nur 24.2 Minuten, ersteres zu der

von 21 cm 115, letzteres blos 26.66 Minuten, ersteres zu der von 23.4 cm 1150, letzteres nur 39.4 Minuten.

Bei Capillarversuchen mit zwei, der Reihe der *Olefine* oder *Alkylene* $C^n H^{2n}$ angehörenden Kohlenwasserstoffen, mit offenhängenden Filtrierpapierstreifen bei 17 bis 18° Cels. erhielt ich

	nach 3 Stunden die Steighöhen	nach 5 Stunden die Steighöhen
mit *Amylen (Normalpropylaethylen)*		
$C^5H^{10} = CH^3.CH^2.CH^2.CH:CH^2$	13 cm	19.8 cm
mit *Normalhexylen*		
$C^6 H^{12} = CH^3(CH^2)^3.CH:CH^2$.	10.8 „	17.5 „

Es nahm somit hier in der kurzen Versuchszeit die Steighöhe mit dem Eintritte von CH^2 in's Molekül nicht zu, sondern ab. Ferneren Versuchen bleibt es vorbehalten wie sich das Resultat bei länger dauerndem Versuche gestalten würde.

Die Versuche dürfen mit den genannten Kohlenwasserstoffen nicht mit freihangenden, sondern müssen mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen angestellt werden, damit nicht die Steighöhen durch Verflüchtigung jener verkürzt werden, sind doch z. B. Normal-Pentan sehr flüchtig, auch Normal-Hexan und Normal-Heptan ätherisch riechend. Das etwa aus der Flüssigkeit verdampfende muss von Zeit zu Zeit ersetzt werden, damit die Länge der Eintauchszone erhalten bleibt.

2. Bei Capillarversuchen mit *einwertigen Alkoholen* $C^n H^{2n+2} O = C^n H^{2n+1}.OH$ stellte ich ebenfalls zwei Versuchsreihen an, eine erste A mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 16—19° Cels. mit den fünf Alkoholen:

Methylalkohol $CH^4 O = CH^3 . OH$,
Aethylalkohol $C^2 H^6 O = CH^3 . CH^2 . OH$,
Normalpropylalkohol $C^3 H^8 O = CH^3 (CH^2)^2 . OH$,
Isobutylalkohol $C^4 H^{10} O = (CH^3)^2 . CH . CH^2 . OH$,
Normalamylalkohol $C^5 H^{12} O = CH^3 (CH^2)^3 . CH^2 . OH$

und eine zweite B mit freihangenden Filtrierpapierstreifen mit denselben fünf Alkoholen und noch weiteren fünf, nämlich

Normalbutylalkohol $C^4 H^{10} O - CH^3 (CH^2)^3 . OH$,
Aktiv-Amylalkohol $C^5 H^{12} O = CH^3 . CH (C^2H^5) CH^2 . OH$,
Tertiär-Amylalkohol $C^5 H^{12} O = (CH^3)^3 . C . CH^2 . OH$,
Normal-Heptylalkohol $C^7 H^{16} O = CH^3 (CH^2)^5 . CH^2 . OH$,
Normal-Octylalkohol $C^8 H^{18} O = CH^3 (CH^2)^6 . CH^2 . OH$.

Ich verweise auf Tafel 33.

Bei Versuchsreihe A waren die Steighöhen nach 5 Minuten um so niederer, je mehr CH^2 Gruppen in die Molekularformel eingetreten war. Die Steighöhen von Aethyl- und Normalpropylalkohol waren fast dieselben. So blieb es bis zur 20. Minute.

Von der 25. bis zur 205. Minute nahmen die Steighöhen von Methylalkohol zum Aethylalkohol ab, von diesem zum Normalpropylalkohol wieder zu, dann von diesem zum Isobutylalkohol und weiter zum Normalamylalkohol wieder ab.

Von der 205. bis 1150. Minute änderte sich das Steighöhenverhältnis der 5 Alkohole auf's neue. Nun wurde die Steighöhe des Methylalkohols die niederste, worauf die des Aethylalkohols, Isobutylalkohols, Normalpropylalkohols und schliesslich die des Normalamylalkohols folgten. Setzt man die Steighöhe des Methylalkohols $CH^4 O$ gleich 100, so sind die Steighöhen vom

Aethylalkohol	$C^2 H^6 O = 101.7$
Normalpropylalkohol	$C^3 H^8 O = 136.9$
Isobutylalkohol	$C^4 H^{10} O = 134.5$
Normalamylalkohol	$C^5 H^{12} O = 139.6$

Es wuchs somit von der 205. bis zur 1150. Minute, dem Versuchsende, die Steighöhenreihenfolge mit der höheren Stellung der Alkohole in der Homologenreihe, das heisst mit der Zunahme an CH^2gruppen. Eine Ausnahme macht allerdings Isobutylalkohol ($C^4 H^{10} O$), der in Betracht seiner Steighöhe zwischen dem Aethylalkohol ($C^2 H^6 O$) und dem Normalpropylalkohol ($C^3 H^8 O$), statt zwischen dem letzteren und dem Normalamylalkohol ($C^5 H^{12} O$) steht.

Betreffs Minutensteighöhen nahmen dieselben bei allen fünf Alkoholen bis zur 205., bei den drei höchsten Alkoholen auch von der 205. bis zur 1150. Minute immer mehr ab, während in letzterer Zeitperiode die Minutensteighöhen des Methyl- und Aethylalkohols wieder zunahmen.

Schliesslich waren die auf die Totalzeit von 1150 Minuten berechneten Minutensteighöhen der fünf Alkohole beim

Methylalkohol	0.252	Millimeter
Aethylalkohol	0.256	"
Normalpropylalkohol	0.345	"
Isobutylalkohol	0.339	"
Normalamylalkohol	0.352	"

Hieraus ergibt sich die Zunahme der Minutensteighöhe mit derjenigen in der Homologenreihe, aber auch wieder die Ausnahmsstellung des Isobutylalkohols.

Bei den Capillarversuchen B, welche ich mit freihangenden Filtrierpapierstreifen vorgenommen hatte,

waren die Steighöhen viel niederer wie bei A, wo die Filtrierpapierstreifen zwischen Glaslinealen lagen.

Die Reihenfolge nach den zunehmenden Steighöhen war nach 180 Minuten eine ganz andere wie nach der Homologie, nämlich bei

Isobutylalkohol und Tertiäramylalkohol 1, statt 5 und 8
Normalpropylalkohol 2, statt 3
Aethylalkohol 3, „ 2
Methylalkohol 4, „ 1
Aktiver Alkohol 5, „ 6
Normal-Butylalkohol 6, „ 4
Normal-Amylalkohol 7, also übereinstimmend
Normal-Heptylalkohol 8, „ 9
Normal-Octylalkohol 9, „ 10

Nach 1440 Minuten gestaltete sich die Reihenfolge so:

Aethylalkohol . . . . 1, statt 2
Normalpropylalkohol . . . . 2, „ 3
Methylalkohol . . . . 3, „ 1
Isobutylalkohol und Tertiäramylalkohol 4, „ 5 und 8
Normalamylalkohol . . . . 5, also übereinstimmend.

Normaloctylalkohol und dann Normalheptylalkohol kämen sogar vor Aethylalkohol hinsichtlich ihrer Steighöhe zu stehen. Die Arbeitsweise zwischen Glaslinealen ist unstreitig derjenigen mit freihangenden Streifen vorzuziehen.

3. Zur Prüfung einiger *Aminbasen der einwertigen Alkoholradikale* $C^n H^{2n+3}N$ konnte ich natürlich die schon bei —6, 7.2 und 3.2–3.8° Cels. siedenden Amine *Methylamin* $NH^2 . CH^3$, *Aethylamin* $NH_2 . C^2 H^5$, *Dimethylamin* $NH (CH^3)^2$ und *Trimethylamin* $N (CH^3)^3$ nicht ver-

wenden, wohl aber ihre 33prozentige von der Kahlbaum'schen Fabrike bezogenen wässerigen und alkoholischen Lösungen (siehe Tafel 34), deren Capillaraufsteigen in Filtrierpapierstreifen ich zwischen Glaslinealen bei 15—20° Cels. vornahm. Aethylamin aber, das erst bei 18.7° Cels. siedet, prüfte ich sowohl als solches wie auch in wässeriger und in alkoholischer Lösung.

A. Bei den 33prozentigen wässerigen Lösungen der vier Amine nahmen die Steighöhen von der 1140. Minute an bis zur 1740. nur noch um 0.8 bis 1.3 cm zu, während die Minutensteighöhen von (0.28—0.34 mm) bis auf (0.01—0.005 mm) fielen.

Die Totalsteighöhen bis zur 1740. Minute waren:

			die Minutensteighöhe
bei Methylamin	$C H^5 N$	: 40.3 cm,	0.23 mm
„ Aethylamin	$C^2 H^7 N$	: 34 „ ,	0.19 „
„ Dimethylamin	$C^2 H^7 N$	: 32.8 „ ,	0.188 „
„ Trimethylamin	$C^3 H^9 N$	: 39.8 „ ,	0.228 „

Hier nimmt also die Steighöhe mit der Zunahme des Moleküls um CH^2 nicht zu, sondern im Gegenteile ab; doch macht Trimethylamin $C^3 H^9 N$ eine Ausnahme, da es bezüglich Steighöhe gemäss der Homologenreihe nach Aethylamin und Dimethylamin stehen sollte, hier aber mit einer Steighöhe von 39.8 cm gleich auf Methylamin folgt. Die beiden Isomeren Aethylamin und Dimethylamin von der empirischen Formel $C^2 H^7 N$ haben ungleiche Steighöhe.

B. Bei den 33prozentigen alkoholischen Lösungen der vier Amine nahmen die Steighöhen schon von der 405. Minute an bis zur 1740. nur noch um 0.5 cm bis 0 cm zu, während die Minutensteighöhen von (0.103 bis 0.59 mm) auf (0.103—0.14 mm) fielen.

Die Totalsteighöhen bis zur 1740. Minute waren hier bei den alkoholischen Lösungen viel niederer wie bei den wässerigen, nämlich:

			die Minutensteighöhe
bei	Methylamin	18 cm,	0.10 mm
„	Aethylamin	24.7 „ ,	0.14 „
„	Dimethylamin	23.7 „ ,	0.13 „
„	Trimethylamin	21.3 „ ,	0.12 „

Auch hier fiel die Steighöhe mit Zunahme des Moleküls um $C H^2$; doch machte das niederste homologe Glied, das Methylamin, eine Ausnahme, indem seine Steighöhe tiefer wie die des höheren Homologen Trimethylamin steht.

C. Bei dem Capillarversuche mit Aethylamin $C^6 H^5 . N H^2$ bei 17—19° Cels. in zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen wurden die Steighöhen bis zur 210. Minute alle 5 Minuten abgelesen. Gleich Anfangs des Versuchs bis zur 5. Minute stieg die Flüssigkeit energisch, das heisst 6.6 cm empor, von da an bis zur 210. Minute per je 5 Minuten nur noch um 1 bis 0.1 Centimeter.

Die im Verlaufe des Aufsteigens sich zeigenden leisen Wiederzunahmen in der während je 5 Minuten geschehenden Wanderung rühren wohl von Unregelmässigkeiten in der Filtrierpapierfasermasse, deshalb von deren ungleichem Capillarverhalten her. Die Minutensteighöhen hingegen nahmen immer mehr und mehr vom Anfang des Versuchs bis zur 210. Minute von 13.2 bis 0.4 mm ab. Von der 210. bis 1440. Minute betrug die Minutensteighöhe sogar nur noch 0.09 mm. Die Endsteighöhe betrug zur 1440. Minute 31.2 cm, so dass die auf die ganze Zeit berechnete Minutensteighöhe 0.21 mm betragen würde.

Vergleicht man die Resultate der drei mit Aethylamin und deren zweierlei 33prozentigen Lösungen angestellten Capillarversuche, so ergibt sich

Für *Aethylamin:*

vom Anfange des Versuchs bis zur
120. Minute eine Steighöhe . . . . von 16 cm
" Minutensteighöhe . " 1.33 mm
1440. " " Steighöhe . . . . " 31.2 cm
" Minutensteighöhe . " 0.21 mm

Für *die 33 prozentige wässerige Lösung des Aethylamins:*

vom Anfange des Versuchs bis zur
120. Minute eine Steighöhe . . . . von 17.2 cm
" Minutensteighöhe . " 1.43 mm
1440. " " Steighöhe . . . . " 33.8 cm
" Minutensteighöhe . " 0.23 mm

Für *die 33 prozentige alkoholische Lösung des Aethylamins:*

vom Anfange des Versuchs bis zur
120. Minute eine Steighöhe . . . . von 18.6 cm
" Minutensteighöhe . " 1.55 mm
1440. " " Steighöhe . . . . " 24.6 cm
" " Minutensteighöhe . " 0.17 mm

Es reihen sich sonach, geordnet nach wachsender Steighöhe und Minutensteighöhe die drei Untersuchungsobjekte wie folgt an einander an: nach Verfluss von 120 Minuten Aethylamin, 33prozentige wässerige und 33prozentige alkoholische Lösung, nach 1440 Minuten hingegen 33prozentige alkoholische Lösung, Aethylamin und 33prozentige wässerige Lösung.

4. Bei Capillarversuchen (siehe Tafel 35,4) mit *Aldehyden* $C^{n} H^{2n+1}$. CO. H ergab sich folgendes.

Die nach 3 Stunden erhaltenen Steighöhen nahmen beim Versuche A mit offen hangenden Filtrierpapierstreifen bei den vier Aldehyden

Propylaldehyd $C^3 H^6 O = C^2 H^5 . CO . H$
Isobutylaldehyd $C^4 H^8 O = (CH^3)^2 . CH . CO . H$
Normalvaleraldehyd $C^5 H^{10} O = CH^3 (CH^2)^3 . CO . H$
Normalheptylaldehyd (Oenanthol)
$C^7 H^{14} O = CH^3 (CH^2)^5 CO . H$

vom niedersten Homologen bis zum höchsten zu. Die Steighöhe des Propylaldehyds war blos 6.7, die des Normalheptylaldehyds 17.4, die der dazwischen liegenden Isobutylaldehyd und Normalvaleraldehyd 9.4 und 16.9 cm. Die Minutensteighöhen vom Versuchsanfange bis zur 180. Minute waren 0.37, 0.52, 0.93 und 0.96 Millimeter.

Auch beim Versuche B mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen zeigte sich nach einer Stunde dieselbe Reihenfolge für Steighöhe wie für Homologie, indem die Steighöhen mit 10, 11.9, 14.2 und 20.4 cm auf einander folgten. Von da an aber nahm bis zur 23. Stunde ausnahmsweise Normalvaleraldehyd seine Stellung betreffs Steighöhe schon vor statt erst nach Isobutylaldehyd ein. Es folgten sich zur 23. Stunde die Steighöhen der vier Homologen mit aufsteigender Molekularformel mit 27.8, 36.6, 35.5 und 41.5 cm.

Auch bei diesen Versuchen hatte sich eine viel grössere Steighöhe beim Anstellen des Versuchs zwischen Glaslinealen wie bei denen mit blos freihangenden Filtrierpapierstreifen ergeben.

5. Bei den Capillarversuchen (siehe Tafel 35,5) mit *Ketonen* $C^n H^{2n+1} . CO . C^m H^{2m+1}$ erhielt ich folgende Resultate.

Zuerst stellte ich A Versuche mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen mit den Homo-

logen *Aceton* $C^3 H^6 O = CH^3 . CO . CH^3$ und *Methylaethylketon* $C^4 H^8 O = CH^3 . CO . C^2 H^5$ an, wobei bis zur 180. Minute alle 5 Minuten eine Ablesung der Steighöhen stattfand.

Bis zur 5. Minute war ein ganz energisches Steigen zu beobachten, um 15.8 cm für Aceton um nur 14.1 cm für das höhere Homologe Methylaethylketon. Die Minutensteighöhe war für ersteres 31.6, für letzteres 28.2 mm. Von da an nahmen aber die Steighöhen nur wenig zu, blieben sogar für Aceton von der 125. Minute an bis zur 180. dieselbe, für Methylaethylketon fast gleich, während von der 180. bis zur 1150. Minute die Steighöhe beim Aceton um 2.5 cm, beim Methylaethylketon blos um 0.1 cm wuchs. Zur 1150. Minute hatte das höhere Homologe eine um 3.9 cm höhere Steighöhe wie das niederere, so dass sich also auch hier wieder das Zusammengehen zwischen Homologie und Steighöhe herausstellte.

Die Minutensteighöhe wurde von der 5. Minute an bis zur 180. immer geringer. Sie betrug

von der 5. bis 20. Minute			für *Aceton*	3.53	mm
			„ *Methylaethylketon*	4.53	„
„ 20.	„ 60.	„	für Aceton	0.6	„
			„ Methylaethylketon	1.5	„
„ 60.	„ 120.	„	für Aceton	0.1	„
			„ Methylaethylketon	0.46	„
„ 120.	„ 180.	„	für Aceton	0.008	„
			„ Methylaethylketon	0.116	„

Von der 180. bis 1150. Minute nahm die Minutensteighöhe bei Aceton wieder um das dreifache zu und war nun 0.025 mm, während sie bei Methylaethylketon von 0.116 auf 0.001 mm zurückging.

Die Minutensteighöhe vom Versuchsanfang bis zur 1150. Minute war bei Aceton 0.23, bei Methylaethylketon 0.266 mm.

Bei weiteren Capillarversuchen mit denselben beiden Ketonen, aber ausser diesen noch mit fünf anderen, nämlich mit:

Methylpropylketon $C^5 H^{10} O = CH^3 . CO. (CH^2)^2 . CH^3$
Methylisopropylketon $C^5 H^{10} O = CH^3 . CO. CH (CH^3)^2$
Aethylpropylketon $C^6 H^{12} O = C^2 H^5 . CO. (CH^2)^2 CH^3$
Dipropylketon $C^7 H^{14} O = CH^3 (CH^2)^2 . CO. (CH^2)^2 . CH^3$
Methylhexylketon $C^8 H^{16} O = CH^3 . CO. (CH^2)^5 . CH^3$
Methylnonylketon $C^{11} H^{22} O = CH^3 CO. (CH^2)^8 . CH^3$

stellte ich zuerst eine Versuchsreihe B mit 5 cm tief eintauchenden, blos von *einem* Centimeter *über* der Eintauchsgrenze in zwischen Glaslinealen eingeschlossenen Filtrierpapierstreifen an, wobei sich zur 60. Minute ein Fortschreiten der Steighöhe nur bis zum Homologenglied Aethylpropylketon ergab, während von da an bis zum Methylnonylketon die Steighöhe bis fast zu der des Acetons fiel. Dasselbe beobachtete ich nach 240 Minuten. Bis zur 420. Minute war das Aceton $C^3 H^6 O$ nur um 0.4 cm weiter gestiegen, Aethylpropylketon $C^6 H^{12} O$, Dipropylketon $C^7 H^{14} O$ und Methylhexylketon $C^8 H^{16} O$ von 27.9 cm, 22.6 und 22.5 cm alle drei bis 46 cm, während Methylnonylketon nur 39.2 cm Steighöhe zeigte.

Beim Versuche C mit freihangenden Filtrierpapierstreifen und denselben Ketonen stiegen die Steighöhen vom Methylaethylketon an (10.4 cm) fortwährend bis zum Methylnonylketon. Die Steighöhe des Acetons lag ausnahmsweise um 0.5 cm höher wie die des Methylaethylketons, 0.2 cm höher wie die des Methylpropylketons. Es waren die Steighöhen von der Eintauchs-

grenze an nach 300 Minuten in Centimetern und die Minutensteighöhen vom Versuchsanfange bis zur 300. Minute in Millimetern:

bei *Aceton* C^3H^6O (Dimethylketon)	. . . .	10.9 cm	und 0.36 mm
„ *Methylaethylketon* C^4H^8O	.	10.4 „	„ 0.346 „
„ *Methylpropylketon* $C^5H^{10}O$		10.7 „	„ 0.356 „
„ *Methylisopropylketon* $C^5H^{10}O$		16 „	„ 0.53 „
„ *Aethylpropylketon* $C^6H^{12}O$	.	17.8 „	„ 0.59 „
„ *Dipropylketon* $C^7H^{14}O$	. .	22 „	„ 0.73 „
„ *Methylhexylketon* $C^8H^{16}O$	.	30.2 „	„ 1.— „
„ *Methylnonylketon* $C^{11}H^{22}O$	.	35.6 cm	„ 1.18 mm

6. Bei meinen Capillarversuchen, siehe Tafel 36, mit **Fettsäuren** $C^nH^{2n-1}.COOH$ stellte ich zuerst, siehe A, solche mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen an, mit *Essigsäure* $C^2H^4O^2 = CH^3.CO.OH$, *Propionsäure* $C^3H^6O^2 = CH^3.CH^2.COOH$ und *Normalbuttersäure* $C^4H^8O^2 = CH^3.CH^2.CH^2.COOH$.

Ich beobachtete die Steighöhen alle 5 Minuten bis zur 180. Minute. Es stiegen in den ersten 10 Minuten Essigsäure 10, Propionsäure 11.5, Normalbuttersäure 12.1 cm hoch, was den Minutensteighöhen 10, 11.5 und 12.1 mm entspricht. Von da an wurde die Zunahme der Steighöhe innerhalb je 5 Minuten für die drei Säuren immer geringer. Die Minutensteighöhen waren

	von der 10. bis 15. Minute	von der 15. bis 40. Minute	von der 40. bis 180. Minute
bei Essigsäure	3.2 mm	1.48 mm	0.6 mm
„ Propionsäure	4 „	1.76 „	0.71 „
„ Normalbuttersäure	1.6 „	1.68 „	0.75 „

Zur 1150. Minute, also nach 19 Stunden 10 Minuten war die Grösse der stets von der Eintauchsgrenze

an gezählten Steighöhen entsprechend der Stellung der drei Säuren in der homologen Reihe, nämlich

für Essigsäure . . .	33.9 cm
„ Propionsäure . .	41.5 „
„ Normalbuttersäure .	45.5 „

Die Minutensteighöhen zwischen Versuchsanfang und der 1150. Minute waren

für Essigsäure . . .	0.29 mm
„ Propionsäure . .	0.36 „
„ Normalbuttersäure	0.39 „

Nun machte ich aber auch mit einer grösseren Anzahl von Fettsäuren, siehe Tafel 36 B, Versuche mit freihangenden und, siehe Tafel 36 C, mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen.

Bei Versuchsreihe B war schon nach 180 Minuten wie nach 1380 Minuten oder 23 Stunden eine mit der aufsteigenden Homologenreihe bis zur Normalvaleriansäure harmonierende Reihe zunehmender Steighöhe.

Es zeigten von der Eintauchsgrenze an

		Steighöhe nach 180 Minuten	Steighöhe nach 1380 Minuten
Ameisensäure . . .	$CH^2 O^2$	12.7 cm	13.6 cm
Essigsäure	$C^2 H^4 O^2$	16.3	23.2
Propionsäure . . .	$C^3 H^6 O^2$	18.4	23.6
Normalbuttersäure .	$C^4 H^8 O^2$	21.2	29
Isobuttersäure . . .	$C^4 H^8 O^2$	23	—
Normalvaleriansäure	$C^5 H^{10} O^2$	23.1 cm	31.5 cm

Von der *Normalcapronsäure* an bis zur *Normalnonylsäure* (Pelargonsäure) nahm dann aber die Steighöhe wieder fortwährend ab:

Es zeigten:

	nach 180 Minuten
Normalcapronsäure $C^6 H^{12} O^2$	20.4 cm
Isobutylessigsäure $C^6 H^{12} O^2$	20.4 „
Normalheptylsäure $C^7 H^{14} O^2$	19.2 „
Normaloctylsäure $C^8 H^{16} O^2$	18.3 „
Normalnonylsäure $C^9 H^{18} O^2$	16.1 cm

Die Minutensteighöhe war vom Versuchsanfang an bis zur 1380. Minute

für Ameisensäure	0.098 mm
„ Essigsäure	0.168 „
„ Propionsäure	0.17 „
„ Normalbuttersäure	0.21 „
„ Normalvaleriansäure . . .	0.228 „

Bei Versuchsreihe C mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen waren die Steighöhen höher wie bei der Versuchsreihe B mit freihangenden Streifen.

Von der Essigsäure bis zur Isobuttersäure wuchs bis zur 1380. Minute die Steighöhe fortwährend mit dem Fortschreiten in der Homologenreihe; von da ab sank sie wieder bis zur Normalnonylsäure, diesem höchsten der 13 untersuchten Fettsäuren. Die Ameisensäure zeigte aber eine um sogar 7.8 cm höhere Steighöhe wie die Essigsäure. Betreffs Minutensteighöhe gilt für die Zeit vom Versuchsanfang bis zur 1380. Minute ganz dasselbe. Es waren nach 1380 Minuten die Steighöhen und Minutensteighöhen vom niedersten Homologengliede Ameisensäure an bis zum höchsten, Normalnonylsäure die folgenden:

	Steighöhe	Minuten-Steighöhe
Ameisensäure $CH^2 O^2$	38.5 cm	0.279 mm
Essigsäure $C^2 H^4 O^2$	30.7 „	0.22 „
Propionsäure $C^3 H^6 O^2$	41.2 „	0.298 „

	Steighöhe	Minuten-Steighöhe
Normalbuttersäure $C^4 H^8 O^2$ (Gährungsbuttersäure)	47.8 cm	0.34 mm
Isobuttersäure $C^4 H^8 O^2$	49.4 „	0.358 „
Normalvaleriansäure $C^5 H^{10} O^2$	48 „	0.347 „
Normalcapronsäure $C^6 H^{12} O^2$ (Synthetisch)	45.4 „	0.32 „
Capronsäure $C^6 H^{12} O^2$ (durch Gährung)	43.1 „	0.31 „
Isocapronsäure $C^6 H^{12} O^2$	42.5 „	0.308 „
Normalheptylsäure $C^7 H^{14} O^2$ (Oenanthylsäure)	39.6 „	0.28 „
Normalnonylsäure $C^9 H^{18} O^2$ (Pelargonsäure)	33.8 „	0.24 „

Durch Beimischen von Wasser zu den Fettsäuren wächst deren Steighöhe mit der Menge des zugesetzten Wassers, wie dies z. B. aus einem 5stündigen Capillarversuche bei 17.5° Cels. mit verschiedenen Verdünnungen reinen Eisessigs mit destilliertem Wasser bei offenhangenden Filtrierpapierstreifen hervorging. Die Mittel der Steighöhen, von der Eintauchsgrenze an gerechnet, aus mehreren Versuchen waren:

bei reinem Eisessig . . . . 17.9 cm

bei einem Gemisch von

80 Volum. Eisessig	mit	20 Vol.	destill. Wasser	19.8 „
50 „ „	„	50 „	„	24 „
30 „ „	„	70 „	„	25.4 „
10 „ „	„	90 „	„	28.7 „

Die relativen Steighöhen waren 1, 1.1, 1.34, 1.42 und 1.60.

7. Wenden wir uns nun, nachdem wir es bis dahin mit offenen Kohlenstoffketten zu tun gehabt hatten, zu Körpern der *aromatischen* Reihe und zwar zum *Benzol* und *seinen Derivaten*. (Siehe Tafeln 37 bis 43.)

In erster Linie stellte ich mit zwischen 55 cm langen Glaslinealen liegenden, 2 cm breiten und 3 cm tief in die Flüssigkeiten eintauchenden Filtrierpapierstreifen 1172 Minuten = 19 Stunden 32 Minuten dauernde Capillarversuche mit Benzol und seinen Homologen $C^n H^{2n-6}$ an (siehe Tafel 37).

Schon nach den ersten 5 Minuten waren die Steighöhen, welche von der Eintauchsgrenze an gerechnet sind, sehr gross, nämlich bei

		cm	Relative Steighöhen
	Benzol $C^6 H^6$	13.9	1.208 (6)
Dimethylbenzole	*Toluol* $C^7 H^8 = C^6 H^5 . CH^3$ . . .	13.1	1.139 (4)
	Orthoxylol $C^8H^{10} = C^6H^4.(CH^3)^2$, 1,2 .	11.5	1 (1)
	Metaxylol „ = „ , 1,3 .	13.2	1.147 (5)
	Paraxylol „ = „ , 1,4 .	11.9	1.034 (2)
Trimethylbenzole	*Cumol* $C^9 H^{12} = C^6 H^5 . CH (CH^3)^2$ (Isopropylbenzol)	12.6	1.095 (3)
	Mesitylen $C^9H^{12} = C^6H^3.(CH^3)^3$; 1,3,5	14.6	1.269 (7)
	Pseudocumol $C^9 H^{12} = C^6H^3.(CH^3)^3$; 1,2,4	15.3	1.33 (8)

Nach 10 Minuten war die Reihenfolge der Kohlenwasserstoffe laut Steighöhe noch ganz dieselbe, nämlich

Benzol $C^6 H^6$	17.2 cm	(6)
Toluol $C^7 H^8$	15.9 „	(4)
Orthoxylol $C^8 H^{10}$	14.5 „	(1)
Metaxylol $C^8 H^{10}$	16.2 „	(5)
Paraxylol $C^8 H^{10}$	15 „	(2)
Isopropylbenzol $C^9 H^{12}$	15.1 „	(3)
Mesitylen $C^9 H^{12}$	17.4 „	(7)
Pseudocumol $C^9 H^{12}$	18-5 „	(8)

Nach 15 Minuten blieb die Steighöhenreihenfolge für die ersten 4 Glieder wiederum dieselbe, änderte sich jedoch für die 4 höheren. Nach 20 Minuten gab es

wiederum eine durchgreifende Änderung. Die Steighöhenreihenfolge war auch jetzt noch nicht der Homologen entsprechend. Von der 20. bis 25. Minute an tauschten Paraxylol und Toluol ihre Plätze, von der 25. bis 30. Orthoxylol und Toluol, von der 30. an Benzol und Metaxylol. In der 45. Minute hatten Benzol und Paraxylol gleiche Steighöhen. Von da an gab es wieder Wechsel. In der 250. Minute war die Steighöhenreihenfolge für

Benzol	30.7	cm
Toluol	26.6	„
Orthoxylol	41.5	„
Metaxylol	45.1	„
Paraxylol	43	„

während schon in der 215. Minute Cumol 40.7, Mesitylen 45.1, Pseudocumol 46 cm Steighöhe zeigten und bald über das Ende der Glaslineale von 55 cm Länge hinauswanderten.

Bis zur 1172. Minute war Benzol 42.7 cm hoch gestiegen, alle anderen über 55 cm Glaslineallänge hinaus.

Es ist also in der letzten Versuchsperiode das Toluol noch höher wie Benzol gestiegen; es ist auch anzunehmen, dass die drei Xylole höher wie Toluol gestiegen sind, dass überhaupt für diese 8 Kohlenwasserstoffe Steighöhen- und Homologenreihenfolge koïnzidieren, die Steighöhen mit Zunahme des Molekulargewichts wachsen.

Bei einem zweiten Versuche mit denselben acht aromatischen Kohlenwasserstoffen und noch mit Aethylbenzol und Cymol, jedoch in freihangenden Filtrierpapierstreifen erhielt ich folgende Steighöhen nach je 3 und 5 Stunden 45 Minuten für

	3 Stunden in cm	nach 5 Stunden 45 Min. in cm
Benzol C^6H^6	10.6 cm	— cm
Toluol $C^7H^8 = C^6H^5.CH^3$	19.3 „	32.5 „
Paraxylol } $C^8H^{10} = C^6H^4.(CH^3)^2$	20.7 „	31.3 „
Orthoxylol } $C^8H^{10} = C^6H^4.(CH^3)^2$	21.6 „	34.5 „
Metaxylol } $C^8H^{10} = C^6H^4.(CH^3)^2$	21.7 „	34.1 „
Aethylbenzol $C^8H^{10} = C^6H^5.C^2H^5$	22.9 „	34.8 „
Mesitylen } C^9H^{12} = $C^6H^3(CH^3)^3$ 1,3,5	28.4 „	37.8 „
Pseudocumol } $C^9H^{12} = C^6H^3(CH^3)^3$ 1,2,4	28.4 „	37.5 „
Isopropylbenzol (Cumol) } C^9H^{12} = $C^6H^5.CH(CH^3)^2$	28.7 „	37.1 „
p-*Methylisopropylbenzol* (Cymol) 1,4 . $C^{10}H^{14}$. p-$C^6H^4(CH^3)$ (i-C^3H^7)	29.6	39.5

Bei mit 2 cm breiten, 55 cm langen, zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen angestellten Capillarversuchen mit den drei Isomeren C^9H^{12} waren die Minutensteighöhen folgende:

vom Anfang an bis zur 5. Minute:

bei Mesitylen	29.2 mm
„ Pseudocumol	30.6 „
„ Cumol	25.2 „

von der 5. bis 10. Minute:

bei Mesitylen.	5.6 mm
„ Pseudocumol	6.4 „
„ Cumol	5 „

von der 10. bis 20. Minute:

bei Mesitylen	4 mm
„ Pseudocumol	4.3 „
„ Cumol	3.7 „

von der 20. bis 100. Minute:

bei Mesitylen	1.77 mm
„ Pseudocumol	1.75 „
„ Cumol	1.65 „

von der 100. bis 215. Minute:

bei Mesitylen	0.82 mm
„ Pseudocumol	0.8 „
„ Cumol	0.75 „

Die Minutensteighöhen nahmen sonach mit dem Fortschreiten des Versuchs mit den drei Isomeren immer mehr ab.

Der Stand der Steighöhen war bei den drei Isomeren $C^9 H^{12}$ nach vier verschiedenen Zeitperioden des Versuchs folgender:

	in der 5. Minute	in der 20. Minute	in der 100. Minute	in der 215. Minute
bei Cumol . .	12.6 cm	18.8 cm	32 cm	40.7 cm
„ Mesitylen .	14.6	21.4	35.6	45.1
„ Pseudocumol	15.3	22.8	36.8	46

Leider sind meine Capillarversuche mit *Phenolhomologen* nur wenig zahlreich. Sie geschahen zwischen Glaslinealen und ergaben folgende Steighöhen:

	Nach 2 Stunden cm	5 cm	7 cm	19 cm	22 cm	25 cm	27 cm	42 cm
Orthokresol $C^7 H^8 O$ = $C^6 H^4 (CH^3) OH$ (1) (2) .	12	—	—	32.8	—	36.5	37.6	44.5
Metakresol $C^7 H^8 O$ = $C^6 H^4 (CH^3) OH$ (1) (3) .	—	20.4	22.9	—	32.5	—	—	—
Phenolaether $C^7 H^8 O$ (Methylphenylaether) (Anisol) = $C^6 H^5 . O . CH^3$ . .	—	47.1	51	—	—	—	—	—
Xylenol $C^8 H^{10} O$ = $C^6 H^3 (CH^3)^2 OH$.	—	18.4	21	—	30	—	—	—

Das Homologe Xylenol $C^8 H^{10} O$ zeigt also zu den verschiedenen Beobachtungszeiten niederere Steighöhen wie die Isomeren von der empirischen Formel $C^7 H^8 O$.

8. Mit *aromatischen Hydroxylderivaten* (aromatischen Alkoholen) (siehe Tafel 38 A bis C) machte ich zuerst Capillarversuche A mit den vier Homologen:

Benzylalkohol $C^7 H^8 O = C^6 H^5 . CH^2 . OH$
Phenylaethylalkohol $C^8 H^{10} O = C^6 H^5 . CH^2 . CH^2 . OH$
Phenylpropylalkohol $C^9 H^{12} O = C^6 H^5 . (CH^2)^3 OH$
Cuminalkohol $C^{10} H^{14} O = (CH^3)^2 . CH . C^6 H^4 . CH^2 . OH$

und zwar A mit freihangenden Filtrierpapierstreifen, wobei die Steighöhe mit der Zunahme des Molekulargewichts abnahm; dann Capillarversuche B mit zwischen Glaslinealen liegenden, nur 0.5 cm breiten, 3 cm tief in die Flüssigkeiten eintauchenden Filtrierpapierstreifen, bei welchen dasselbe der Fall war, ausgenommen beim Cuminalkohol, dessen Steighöhe sich bis zur 1440. Minute zwischen die des Benzyl- und Phenylaethylalkohols, zur 2880. Minute zwischen die des Phenylaethylalkohols und des Phenylpropylalkohols stellte.

Bei anderen Capillarversuchen C mit Benzylalkohol allein in zwischen Glaslinealen liegenden, 2 cm breiten, 3 cm tief eintauchenden Filtrierpapierstreifen beobachtete ich bis zur 180. Minute alle 5 Minuten die Steighöhe. Vom Anfang des Versuchs bis zur 5. Minute war die Steighöhe eine sehr grosse, nämlich 7 cm, die Minutensteighöhe 14 Millimeter. Von da an aber nahm die Minutensteighöhe sehr bedeutend und immer mehr und mehr ab. Sie war

von	der	5.	bis	zur	10.	Minute	3.4	mm
„	„	10.	„	„	30.	„	1.65	„
„	„	30.	„	„	60.	„	1	„
„	„	60.	„	„	90.	„	0.76	„
„	„	90.	„	„	120.	„	0.6	„
„	„	120.	„	„	150.	„	0.5	„
„	„	150.	„	„	180.	„	0.46	„
„	„	180.	„	„	1150.	„	0.21	„

Die Endsteighöhe des Benzylalkohols nach 1150 Minuten war 42.5 cm. Auf die ganze Zeitspanne vom Anfang des Versuchs bis zur 1150. Minute = 19 Stunden 10 Minuten würde sich die mittlere Minutensteighöhe auf 0.369 mm berechnen.

9. Wir wenden uns zu den Capillarversuchen mit *Nitrobenzol* $C^6 H^5 . NO^2$ *und seinen Homologen Nitrotoluol* $C^7 H^7 . NO^2 = C^6 H^4 . (CH^3) (NO^2)$, *Ortho-* 1,2 und *Meta-nitrotoluol* 1,3. Die Versuche wurden bei 17—19.2° Cels. mit 2 cm breiten, zwischen 54.8 cm langen Glaslinealen befindlichen 4.8 cm in die Flüssigkeiten eintauchenden Filtrierpapierstreifen angestellt. (Siehe Tafel 39.)

Die beiden Nitrotoluole stiegen schon in den ersten 5 Minuten höher wie das Nitrobenzol, nämlich Orthonitrotoluol bis zu 10.2, Metanitrotoluol bis zu 10.9, während Nitrobenzol nur bis zu 8.5 cm gelangte.

Die Minutensteighöhen waren in den ersten 5 Minuten:

bei Nitrobenzol	17	mm
„ Orthonitrotoluol . . .	20	„
„ Metanitrotoluol . . .	21.8	„

Von da an nahmen bis zur 10. Minute die Steighöhen der drei Nitroverbindungen um den 4,25t., 4.54t. und 4.95t. Teil ab.

Die Minutensteighöhen waren für:

	Nitrobenzol	*Orthonitro-toluol*	*Metanitro-toluol*
von der 5. bis 10. Min.	4 mm	4.4 mm	4.4 mm
„ 10. „ 60. „	1.88	2	1.96
„ 60. „ 120. „	0.9	0.93	0.96
„ 120. „ 180. „	0.65	0.66	0.7
„ 180. „ 215. „	0.54 mm	0.54 mm	0.57 mm

Die Steighöhe war nach Beendigung des Versuchs

für Nitrobenzol . . . . . 31.1 cm
„ Orthonitrotoluol . . . 33.9 „
„ Metanitrotoluol . . . 34.9 „

Es entspricht also die Steighöhenreihenfolge der Homologenreihenfolge. Die Steighöhe der Metaisomerie des Nitrotoluols war um 1 cm höher wie die der Ortho, was sich schon nach den ersten 5 Minuten kundtat.

Bei einem mit freihangenden Filtrierpapierstreifen während 6 Stunden und bei 17—18° Cels. vorgenommenen Capillarversuche zeigten die drei Nitroderivate folgende Steighöhen:

Nitrobenzol . . . . 32 cm
Orthonitrotoluol . . . . . . 35 „
Metanitrotoluol . . . . . . 39 „

10. Zur Prüfung des *Amidobenzols* oder *Anilins und seiner Homologen* (siehe Tafeln 40—43, A bis D) stellte ich zuerst vergleichende Capillarversuche mit *Anilin* $C^6 H^7 N = C^6 H^5 . NH^2$ und seinen Homologen, *Orthoamidoluol* $C^7 H^9 N = C^6 H^4 (CH^3) (NH^2)$ und *Dimethylanilin* $C^8 H^{11} N = C^6 H^5 . N (CH^3)^2$ in zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen an, wobei die Steighöhen alle 5 Minuten abgelesen wurden.

Die drei auf einander folgenden Homologen stiegen gleich in den ersten 5 Minuten 7.5, 9 und 12.5 cm hoch. Die Minutensteighöhen waren 15, 18 und 25 mm. Von der 5. bis 10. Minute wuchsen die drei Steighöhen der drei Homologen der drei empirischen Formeln C^6H^7N, C^7H^9N und $C^8H^{11}N$ nur noch um 1.7, 1.8 und 2.4 cm, während die Minutensteighöhen in dieser Periode nur 3.4, 3.6 und 4.8 cm betrugen. Von der 10. Minute an ging dann der Zuwachs der Steighöhe innerhalb von je 5 Minuten immer mehr und mehr herunter.

Die Minutensteighöhen waren

von	der	10.	bis	15.	Minute	2.6,	2.8	und	3.8	mm
„	„	15.	„	30.	„	1.73,	2	„	2.86	„
„	„	30.	„	60.	„	1.16,	1.26	„	1.96	„
„	„	60.	„	90.	„	0.86,	0.86	„	1.40	„
„	„	90.	„	120.	„	0.7,	0.7	„	1.1	„
„	„	120.	„	150.	„	0.56,	0.63	„	0.86	„
„	„	150.	„	180.	„	0.53,	0.53	„	0.83	„
„	„	180.	„	215.	„	0.45,	0.48	„	0.63	„

Gleich anfangs stimmten Steighöhen- und Homologenreihenfolge überein, so wie es auch bis zum Schlusse des Versuches geblieben ist.

Die Steighöhen waren zur 215. Minute = 3t. Stunde 35′.

für Anilin . . . . = 17.2 cm
„ Orthoamidotoluol. . . = 29.2 „
„ Dimethylanilin . . . = 41.8 „

Zur 1380. Minute = 23. Stunde war die Steighöhe des Anilins 43.4 cm, während die beiden anderen Steighöhen über 54.8 cm, das heisst die Glaslineallänge hinaus gestiegen waren.

Die relativen Steighöhen der drei Homologen standen zu einander vom Anfang bis zum Ende des Versuchs in demselben Verhältnisse. Es waren dieselben:

5. Minute	7.5 cm (1),	9 cm (1.2),	12.5 cm (1.66)
60. „	16.6 „ (1),	19.2 „ (1.15),	27 „ (1.62)
120. „	21.3 „ (1),	24 „ (1.12),	34.5 „ (1.62)
180. „	24.6 „ (1),	27.5 „ (1.11),	39.6 „ (1.61)
215. „	26.2 „ (1),	29.2 „ (1.11),	41.8 „ (1.59)

In freihangenden Streifen war die Steighöhe eine bedeutend geringere, wie sich aus Tafeln 41 B und 42 C ergibt.

Auf Tafel 41 B stehen die Resultate dreifacher Capillarversuche mit vier chemisch reinen zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Quellen bezogenen Anilinproben in freihangenden Filtrierpapierstreifen. Vergleichen wir die Mittel dieser aus zwölf Versuchen erhaltenen, von der Eintauchsgrenze an gerechneten Steighöhen mit den auf Tafel 40 verzeichneten in zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen erhaltenen, so erhalten wir als Steighöhen des Anilins von der Eintauchsgrenze an in Centimeter:

	in freihangenden Filtrierpapierstreifen	in zwischen zwei Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen
15. Minute	4.55 cm	10.5 cm
30. „	6.5	13.1
60. „	9.45	16.6
180. „	16.38	24.6
210. „	17.35	26
1365. „	36.7	1380. Min. 43.4 cm

Vergleichen wir ebenso die Mittel der mit vier Orthotoluidinproben in freihangenden Filtrierpapierstreifen

erhaltenen Steighöhen (Tafel 42 C) mit den auf Tafel 40 A mit zwischen Glaslinealen liegenden erhaltenen Resultaten, so ergeben sich als Steighöhen des Orthotoluidins von der Eintauchsgrenze an:

	in freihangenden Filtrierpapierstreifen		in zwischen zwei Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen
15. Minute	4.67 cm		12.2 cm
30. „	6.82		15.2 „
60. „	9.85		19.2 „
120. „	14.05		24 „
255. „	19.1	215. Min.	29.2 „
1455. „	41.28	1380. „	über 54.8 cm

Es zeigte sich deutlich die höhere Steighöhe des Orthotoluidins in zwischen Glaslinealen liegenden wie in freihangenden Filtrierpapierstreifen.

Auch bei den in freihangenden Filtrierpapierstreifen angestellten Capillarversuchen nahmen die Minutensteighöhen (siehe Tafeln 41 und 42) gleich von der 15. Minute an immer mehr und mehr ab. Sie waren:

	Anilin		*Orthotoluidin*
von Anfang bis 15. Min	3.03 mm		3.11 mm
15. bis 30. Min.	1.3		1.43
30. „ 60. „	0.98		1.01
60. „ 180. „	0.57	(60. bis 120. Min.)	0.7
180. „ 240. „	0.28	(120. „ 240. „)	0.46
240. „ 300. „	0.22		0.33
300. „ 360. „	0.21		0.29
360. „ 420. „	0.15		0.23
420. „ 1485. „	0.14	(420. bis 1455. Min.)	0.159
1485. „ 1905. „	0.076	(1455. „ 2805. „)	0.073
1905. „ 2895. „	0.059	(2805. „ 2880. „)	0.056

Ich erwähne hier, dass mir bei Capillarversuchen die absolut gleichen Steighöhen eines von mir als rein erkannten Orthotoluidins meiner Sammlung und eines von einer Fabrike frisch erhaltenen, als Metatoluidin bezeichneten Präparates auffiel. Ich schloss deshalb sofort auf irrige Etikettierung und auf die Orthotoluidinnatur des fälschlich als Metatoluidin bezeichneten Präparats. Als ich beide nach jener bekannten Methode prüfte, nämlich von einem jeden eine kleine Probe in Aether löste, dann mit gleichem Volum Wasser schüttelte, Chlorkalklösung allmählich zusetzte, wobei keine auf Anilin deutende violette Färbung der wässerigen Schicht eintrat, nach Abheben der Aetherschicht unter Umschütteln etwas hoch verdünnte Schwefelsäure zusetzte, färbte sich die wässerige untere Schicht bei beiden Proben intensiv permanganatrot, so dass also diese Chemische Reaktion das Resultat der Capillaranalyse bestätigte und bewies, dass beide Produkte Orthotoluidin seien, was sich auch durch die prachtvoll grüne Färbung mit Eisenchlorid und etwas Paradiamidotoluol bestätigte, welche Reagentien bekanntlich noch $\frac{1}{1000000}$ Orthotoluidin nachzuweisen imstande sind. Es hat sich somit auch wieder in diesem Falle die Nützlichkeit der Capillarversuche, das heisst ihrer einleitenden Operation, der Bestimmung nämlich der Steighöhe eines Körpers zur Erkennung seiner chemischen Natur erwiesen. Auf den Streifen oder in deren Auszügen lässt sich anschliessend die chemische Natur des Körpers durch Farbreaktionen erkennen.

Nachdem ich auf Tafeln 41 B und 42 C Capillarversuche mit Anilin und Orthotoluidin beschrieben hatte, bei welchen eine öftere Ablesung der Steighöhen stattgefunden hatte, seien hier (siehe Tafel 43 D) ähnliche Beobachtungen an Capillarstreifen des *Diaethylanilins*

$C^{10}H^{15}N = C^6H^5N(C^2H^5)^2$, ebenfalls in freihangenden Filtrierpapierstreifen aufgezählt.

Bis zur 15. Minute stieg das Diaethylanilin bereits 7.6 cm hoch, von der 15. bis 30. Minute nur noch um 3 cm höher, von der 30. bis 45. nur um 2.3 cm; und so nahm der Zuwachs der Steighöhe immer mehr und mehr ab, je länger der Versuch dauerte und die Capillarsteighöhe zunahm. War die Minutensteighöhe vom Anfang bis zur 15. Minute 5 mm, so war sie von der 15. bis 30. nur noch 2 mm,

von der	30.	bis	60.	Minute	1.36 mm
„	60.	„	90.	„	1.1 „
„	90.	„	120.	„	0.8 „
„	120.	„	150.	„	0.7 „
„	150.	„	240.	„	0.54 „
„	240.	„	300.	„	0.41 „
„	300.	„	360.	„	0.35 „
„	360.	„	420.	„	0.29 „
„	420.	„	480.	„	0.27 „
„	480.	„	1440.	„	0.17 „

Die Endsteighöhe war bei der 1440. Minute = 24. Stunde 52.1 cm. Es berechnet sich somit die Minutensteighöhe vom Anfang bis zum Ende des Versuchs zu 0.36 mm.

Bei Anstellung von Capillarversuchen in offen im Glaskasten hangenden und in zwischen Glaslinealen befindlichen Filtrierpapierstreifen bei 15—18° Cels. zeigten sich folgende Resultate:

1. Bei in offen hangenden Filtrierpapierstreifen ausgeführten Capillarversuchen mit 9, vier verschiedenen empirischen Formeln angehörenden aromatischen Aminen ergaben sich folgende Steighöhen nach 6 Stunden:

C^6H^7N	C^7H^9N	$C^8H^{11}N$	$C^{10}H^{15}N$
Anilin $C^6H^5.NH^2$ Primäres Monamin 20.7 cm	**Homologe Aniline Toluidine** $CH^3.C^6H^4.NH^2$	**Homologe Aniline Xylidine** $CH^3.CH^3.C^6H^3.NH^2$	
	Orthotoluidin 1,2 23.4 cm	**Metaxylidin** 1, 3, 4 25.1 cm	
	Metatoluidin 1,3 26.6 cm	**Paraxylidin** 1, 4, 2 27.2 cm	
	Alkyliertes Anilin Methylanilin $C^6H^5.NH(CH^3)$ 30.9 cm	**Alkyliertes Anilin Dimethylanilin** $C^6H^5.N(CH^3)^2$ 35.6 cm	**Alkyliertes Anilin Diaethylanilin** $C^6H^5.N(C^2H^5)$ 36.8 cm
	Benzyliertes Ammoniak Benzylamin $C^6H^5.CH^2.NH^2$ 14.7 cm		

2. Bei zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen waren die Steighöhen, wie schon aus Tafel 40 für Anilin, Orthotoluidin und Dimethylanilin zu ersehen ist, höher wie bei freihangenden Streifen, siehe Tafel 41, 42 und 43.

Bei Benzylamin und Metaxylidin ergab sich dasselbe. Die Steighöhen waren

	nach 60 Minuten cm	nach 240 Minuten cm	nach 300 Minuten cm	nach 360 Minuten cm	nach 420 Minuten cm
bei Benzylamin	11.2	23.1	25.8	27.4	28.7

	nach 60 Minuten cm	nach 120 Minuten cm	nach 180 Minuten cm	nach 3 Std. 30 Minuten cm	nach 23 Stunden cm
bei Metaxylidin	27	34.5	39.6	41.8	über 55

Betrachten wir die nach 6stündigem Capillarversuche in offen hangenden Filtrierpapierstreifen mit aromatischen Aminen der empirischen Formeln $C^6 H^7 N$, $C^7 H^9 N$, $C^8 H^{11} N$ und $C^{10} H^{15} N$ erhaltenen Steighöhen näher, so sehen wir, dass das niederste Homologe Anilin von der einfachsten Formel $C^6 H^7 N$ die niederste Steighöhe 20.7 cm hatte, dass die Steighöhen der drei Anilin-Homologen $C^7 H^9 N$ 23.4, 26.6 und 30.9 sind, die der drei $C^8 H^{11} N$ 25.1, 27.2 und 35.6 cm, die Steighöhe des höchsten alkylierten Anilins von der empirischen Formel $C^{10} H^{15} N$, nämlich des Diaethylanilins 36.8 cm ist.

Die isomeren Toluidine Ortho und Meta hatten ersteres nur 23.4, letzteres aber 26.6 cm Steighöhe, während die beiden isomeren Xylidine Meta und Para, ersteres 25.1, letzteres 27.2 cm zeigten. Die Stellung der Gruppe CH^3 im Benzolkerne hat demnach einen Einfluss auf die Grösse der Steighöhe bei diesen mit Filtrierpapier angestellten Capillarversuchen.

Geschieht der Capillarversuch mit Aminen, worin die Alkylgruppe an Stelle von Wasserstoff nicht im Benzolkerne, sondern in der Amidogruppe NH^2 sich befindet, so hat dies einen die Steighöhe sehr vermehrenden Einfluss, so wie dies aus folgenden zwei Beispielen hervorgeht:

Allgemeine empirische Formel $C^7 H^9 N$:

Engere Anilinhomologe $CH^3 . C^6 H^4 . NH^2$:

Orthotoluidin . . . . . 23.4 cm

Metatoluidin . . . . 26.6 „

Alkyliertes Anilin:

Methylanilin $C^6 H^5 . NH (CH^3)$ 30.9 cm

Allgemeine empirische Formel $C^8 H^{11} N$:

Engere Anilinhomologe $CH^3 . CH^3 . C^6 H^3 . NH^2$:

Metaxylidin	25.1 cm
Paraxylidin	27.2 „

Alkyliertes Anilin:

Dimethylanilin $C^6 H^5 . N (CH^3)^2$ 35.6 cm

Benzylamin $C^6 H^5 . CH^2 . NH^2$, welches dieselbe empirische Formel $C^7 H^9 N$ wie die Toluidine und das Methylanilin hat, gab nur eine Steighöhe von 14.7 cm, also eine um sogar 6 cm geringere wie das Anilin $C^6 H^7 N$. Es hängt dies mit seiner ganz anderen inneren Struktur eines benzylierten Ammoniaks zusammen.

Wir sahen hier bei den aromatischen Aminen ein Wachsen der Steighöhe mit der höher werdenden Lage derselben in der homologen Reihe, den Einfluss der isomeren Stellung der Alkyle im Molekül und ob diese an der Stelle von H im Benzolreste oder in der Amidogruppe sich befinden.

Mögen weitere ausgedehnte Capillarversuche mit Filtrierpapierstreifen näheren Einblick in diese theoretisch so hoch wichtigen Fragen verschaffen.

Bekanntlich beruht jene Erscheinung, wo in einer in eine Flüssigkeit tauchenden und von dieser benetzten Röhre mit äusserst engem Kanale die Flüssigkeit emporsteigt, in einer nicht benetzten Röhre hingegen das Flüssigkeitsniveau in der Röhre unter das im weiten Gefässe sich senkt, auf *Capillarität*, auf welcher wiederum eine grosse Zahl verschiedenartiger weiterer Erscheinungen beruht, unter anderen das mehr oder weniger kräftige Aufgesaugtwerden von Flüssigkeiten durch pulver-

förmige und poröse Körper, so z. B. durch Lösch- und Filtrierpapier.

Zur Bestimmung der Capillaritätskonstanten

$$a^2 = \frac{2\,\alpha}{\delta}$$

(α Oberflächenspannung, δ Dichte der Flüssigkeit) wandten *Gay-Lussac*, *Desains*, *Simon de Metz*, *Quet*, *Mendelejew*, *De Heen*, *Quincke*, *Volkmann*, *Frankenheim* und andere Forscher die Methode der Capillarröhren an, indem sie die innere Glasröhrenwandung zunächst dadurch mit einer Schicht der zu untersuchenden Flüssigkeit bedeckten, dass sie dieselbe bis über die Höhe h hinaus ansaugten und dann sich selbst überliessen, wodurch sie bis zur Höhe h hinabsinkt. Auf solche Weise tritt vollständige Benetzung ein und der Randwinkel verschwindet.

N. Piltschikow beobachtete den Höhenunterschied in Röhren verschiedenen Durchmessers. *Quincke* 1897 und *Volkmann* 1898 untersuchten den Einfluss des Stoffes, aus welchem die Röhren bestehen und ihres Radius r auf die Versuchsergebnisse.

Das schon 1670 von *Borelli* ausgesprochene, seit 1718 nach *Jurin* [Phil. Trans. 30, No. 355, 363, 759, 1083 (1718)] benannte Gesetz lautet, dass die Höhe h, um welche eine Flüssigkeit im Inneren einer Capillarröhre ansteigt oder sich senkt, dem Durchmesser d oder dem Radius r der Röhre indirekt proportional ist.

Nach *Gay-Lussac's* Versuchen muss das Produkt aus dem Röhrendurchmesser 2 r in die Steighöhe h für eine gegebene Flüssigkeit konstant sein. (Lehrbuch der Physik von *O. D. Chwolson*, I Band, übersetzt von *H. Pflaum* 1902.)

Bei der sehr ungleichen Beschaffenheit des mir zu den Untersuchungen dienenden Capillarmediums, das

heisst der Filtrierpapierstreifen, sind die der Capillarwanderung von Flüssigkeiten und Lösungen zur Disposition stehenden Poren oder Durchlassräume von mannigfaltigster Verschiedenheit in Form und Grösse. Eine Bestimmung der Capillaritätskonstante ist mir nicht möglich gewesen. Ich musste mich deshalb einstweilen auf die Angabe der Versuchsresultate beschränken.

XII. Capillarversuche mit wässerigen Lösungen anorganischer Salze.

(Tafel 44, A, B, C und D und Tafel 45.)

Ich komme zur Besprechung meiner neueren Capillarversuche mit wässerigen Lösungen *anorganischer Salze*. Früher hatte ich solche Capillarversuche mit verschiedenen Verdünnungen der wässerigen Lösung verschiedener Mineralsalze und zwar mit in Glaskasten freihangenden Streifen mit einem früheren Filtrierpapiere während 24 Stunden angestellt. Bei Anstellung von Versuchen mit wässerigen Lösungen, welche in je 1 Liter $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht des kristallisierten Salzes in Grammen enthielten, erhielt ich die auf Tafel 44, A verzeichneten Resultate.

Das zum Vergleiche herbeigezogene destillierte Wasser wanderte in derselben Zeit 53 cm weit.

Ein merkwürdig grosses, von dem der anderen Verbindungen abweichendes Wandervermögen zeigte das *Jodkalium*. Die übrigen 5 Salze zeigten unter sich keine grossen Unterschiede in den Steighöhen.

Sicher ist, dass die Salze bis zu oberst mit dem Wasser emporwanderten und dass, wie ich schon früher gefunden hatte, eine Zerlegung der normalen Salze bei ihrer Capillarwanderung nicht stattfindet, während dies bei den Salzen des Ammoniaks und dessen Derivaten,

so auch bei den organischen Ammoniakbasen der Fall ist, bei welchen nach dem Versuche der ganzen Steighöhe entlang violettlichrote bis rote Färbung in blauem aufgelegtem feuchtem Lakmuspapier eintritt. Ausser dem sich ganz besonders verhaltenden Jodkalium erniedrigten die übrigen Salze bei der angegebenen Konzentration der Lösung die Steighöhe des Wassers um ein bedeutendes, nämlich um 13.8 bis 18.6%, im Mittel um 16.8%.

Bei 24stündigen Capillarversuchen mit denselben, in einem Liter auch $\frac{1}{10}$ Gramm-Molekulargewicht des Salzes enthaltenden Lösungen in 2 cm breiten zwischen 5 cm breiten Doppelglaslinealen liegenden Streifen des Filtrierpapiers erhielt ich die auf Tafel 44 B verzeichneten Resultate.

Es waren die Steighöhen von

	nach 600 Minuten	nach 1440 Minuten
Jodkalium . . .	45.1 cm,	über dem Streifende von 54.8 cm
Kaliumsulfat . .	38.9 „	46.8 „
Magnesiumsulfat .	37.4 „	43.4 „
Cuprisulfat . .	44 „	über dem Streifende
Nickelsulfat . .	41.8 „	über dem Streifende
Natriumsulfat . .	42.6 „	über dem Streifende

Die Minutensteighöhen waren von der 130. Minute an bei den sechs Salzen fast die ganz gleichen, z. B.:

	Zeitperioden des Versuchs, in Minuten:			
	130—260′	290—300′	360—370′	490—510′
bei Jodkalium . .	0.52 mm	0.4 mm	0.2 mm	0.2 mm
„ Kaliumsulfat .	0.46 „	0.2 „	0.2 „	0.1 „
„ Magnesiumsulfat	0.41 „	0.3 „	0.2 „	0.1 „
„ Cuprisulfat . .	0.48 „	0.3 „	0.2 „	0.1 „
„ Nickelsulfat. .	0.48 „	0.3 „	0.2 „	0.15 „
„ Natriumsulfat .	0.51 mm	0.3 mm	0.2 mm	0.2 mm

Bei weiteren Capillarversuchen mit denselben Konzentrationen der wässerigen Lösungen der sechs Salze, bei welchen jedoch die Doppelglaslineale in verschiedenen Höhen mittelst Klebpapierbändern dicht aneinander angepresst waren, zeigten sich folgende auf Tafel 44 C stehende Resultate.

Es war	die Steighöhe in cm in der 540. Minute	die Minutensteighöhe von Anfang des Versuchs bis zur 540. Minute in mm
bei *Jodkalium* . . .	46.4 cm	0.859 mm
„ *Kaliumsulfat* . .	45.6 „	0.84 „
„ *Magnesiumsulfat* .	44 „	0.81 „
„ *Cuprisulfat* . . .	45.7 „	0.84 „
„ *Nickelsulfat* . . .	42.2 „	0.78 „
„ *Natriumsulfat* . .	45.2 cm	0.83 mm

Die Minutensteighöhen wurden im Verlaufe des Versuchs immer geringer und zeigten bei den einzelnen Salzen in jeder der notierten Zeitperioden unter sich nur geringe Verschiedenheiten.

Ich verglich nun aber auch die Steighöhen von 5 Verdünnungen der oben erwähnten Zehntel-Normallösung des Kalium- und Cuprisulfats (mit je $\frac{1}{10}$ Gramm Molekulargewicht im Liter) mit den Steighöhen der beiden $\frac{1}{10}$ Normallösungen. (Siehe Tafel 44 D.)

Bis zur 30. Minute war die Minutensteighöhe bei den sechs verschiedenen Konzentrationen des Kalium- und Cuprisulfats ziemlich dieselbe, bei ersterem Salze 6—6.8 mm, im Mittel 6.47 mm, bei letzterem 5.76 bis 6.43, im Mittel 6.12 mm.

Mit dem Fortschreiten der Versuchszeit nahmen bei beiden Salzen die Minutensteighöhen bei allen Verdünnungen immer mehr ab. Sie waren

bei *Kaliumsulfat*

von der 30.–90. Min. mm	von der 90.–270. Min. mm	von der 270.–330. Min. mm	von der 330.–390. Min. mm	von der 390.–450. Min. mm	von der 450.–510. Min. mm
0.7—0.9	0.66—0.76	0.38—0.41	0.31—0.36	0.25—0.30	0.23—0.26
im Mittel 0.8 mm	0.7	0.39	0 33	0.27	im Mittel 0.24 mm

bei *Cuprisulfat*

1 36—1.43	0.6—0.67	0.33—0.40	0.26—0.33	0.23 – 0.30	0.20—0.26
im Mittel 1.39 mm	0.63	0.36	0.3	0.26	im Mittel 0.22 mm

Schliesslich habe ich, siehe Tafel 45, zwischen Glaslinealen, bei 16—19° Cels. Capillarversuche mit wässerigen Lösungen des Jodkaliums, Cupri-, Nickel- und Natriumsulfats angestellt, welche im Liter $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in Grammen der chemisch reinen kristallisierten Salze enthielten,

also 16.471 Gramm Jodkalium, KJ
24.787 „ Cuprisulfat, $Cu\,SO^4 + 5\,H^2\,O$
27.892 „ Nickelsulfat, $Ni\,SO^4 + 7\,H^2\,O$
31.991 „ Natriumsulfat, $Na^2\,SO^4 + 10\,H^2\,O$.

Schon nach 10 Minuten betrugen die in derselben Reihenfolge der Salze aufgezählten Steighöhen 12.4, 13.2, 12.3 und 11.9 cm. Die Minutensteighöhen betrugen sonach vom Anfang des Versuchs bis zur 10. Minute 12.4, 13.2, 12.3 und 11.9 mm. Von da an nahmen die Minutensteighöhen immer mehr und mehr ab. Schon von der 10.—20. Minute waren sie nur noch 3.2, 3.3, 3 und 3.1 mm; ferners zum Beispiele

von der 50.— 60. Minute 1.4, 1.5, 1.4 und 1.3 mm
„ 120.—130. „ 0.7, 0.7, 0.7 „ 0.6 „
„ 340.—350. „ 0.3, 0.3, 0.3 „ 0.3 „
„ 410.—430. „ 0.25, 0.2, 0.2 „ 0.2 „
„ 540.—600. „ 0.15, 0.13, 0.11 „ 0.16 „

Die Minutensteighöhe von Anfang des Versuchs bis zur 600. Minute war 0.75, 0.73, 0.696 und 0.71 mm.

Die relativen Minutensteighöhen, die niederste zu 1 angenommen, waren also (1.077) — (1.05) — (1) — (1.02).

Es zeigten sich somit zwischen den Minutensteighöhen der vier Salze keine erheblichen Unterschiede.

Die Steighöhen und die relativen Steighöhen, die niederste = 1 angenommen, waren zu verschiedenen Zeitperioden des Versuchs:

	Jodkalium		Cuprisulfat		Nickelsulfat		Natriumsulfat	
in der	cm		cm		cm		cm	
60. Minute	23.3	1.06	24	1.09	22 4	1.01	22	1
120. „	29.6	1.06	30	1.08	28.2	1.01	27.7	1
360. „	40.4	1.06	39.8	1.047	38	1	38.2	1.005
490. „	43.4	1.07	42.5	1.049	40.5	1	41	1.01
600. „	45.1	1.07	44	1.05	41.8	1	42.6	1.01

XIII. Capillarversuche mit der Soole von Rheinfelden. (Siehe Tafel 46 A, B, C und D.)

Ich reihe hier Capillarversuche an mit der *Soole von Rheinfelden,* welche eine natürlich gesättigte, durch einsickerndes Meteor- und Rheinwasser entstandene und dann zu Tage geförderte Lösung ist. Durch blosses Abdampfen, dem kein Konzentrieren im Gradierwerk vorangehen muss, gewinnt die Saline ihr Kochsalz, während die Mutterlauge übrigbleibt. In der Mehrzahl der Fälle muss die Soole wegen ihrer hohen Konzentration vor ihrer Verwendung mit Wasser verdünnt werden.

Bezüglich aller Rheinfelden betreffenden Fragen verweise ich auf die Arbeiten von *Dr. Hermann Keller,*

Kurarzt in Rheinfelden, welcher sich auch speziell mit der seit ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit mancher Gelehrten fesselnden Frage über die Hautresorption im Bade, bei Kompressen, Douchen usw. beschäftigt hat.

Nachdem 1868 *Bolley* die Rheinfeldner Soole einer chemischen Untersuchung unterworfen hatte, führte 1898 *Treadwell* eine noch einlässlichere Analyse derselben aus, wobei er als neue Tatsache einen Gehalt von 5.8 Milligrammen *Magnesiumbromür* im Liter Soole, somit einen absoluten Gehalt derselben an diesem Salze von $\frac{1}{172413}$ feststellte.

Der Liter Soole enthält nicht weniger als ca. $^1/_4$ Kilo *Chlornatrium*, aber auch kleine Mengen anderer Salze, so z. B. fast 4 Gramme *Calciumsulfat* (Gips), sowie $^1/_2$ Gramm *Natriumsulfat* (Glaubersalz). Von in noch viel geringeren Mengen vorhandenen Salzen erwähne ich das mich interessierende *Chloraluminium*, von welchem nach *Treadwell* ein Liter Soole 4.4 Milligramme enthält, so dass der absolute Gehalt $\frac{1}{227272}$ beträgt.

Bei einem 35fachen 24stündigen, bei 17° Cels. angestellten Capillarversuche mit der Soole erhielt ich mit frei im geschlossen bleibenden Glaskasten hangenden 3 cm tief in die Soole eintauchenden Streifen meines früheren Filtrierpapiers als Mittel der 35 von der Eintauchsgrenze an gezählten Steighöhen 39.5 cm, als Minutensteighöhe vom Anfang bis 1440. Minute 0.274 mm. Die Streifen zeigten sich von unten bis oben mit weissem Beschlage bedeckt, welcher wesentlich aus Chlornatrium, aber auch aus geringen und höchst geringen Mengen der übrigen Soolenbestandteile bestund.

Bei einem nur 23 Stunden 5 Minuten dauernden, in derselben Weise angestellten Capillarversuche (siehe Tafel 46 A) war die von der Eintauchsgrenze an ge-

rechnete Steighöhe nach 5 Minuten bereits 6.1 cm, die Minutensteighöhe vom Anfang bis zur 5. Minute 12.2 mm. Dann aber fielen die Minutensteighöhen sehr rasch und waren von der 425. bis 1385. Minute nur 0.1 mm. Die mittlere Minutensteighöhe vom Anfange des Versuchs bis zur 1385. Minute war 0.21 mm.

Bei einem 21fachen ebenfalls 24stündigen Capillarversuche zwischen Glaslinealen war das Mittel der 21 Capillarsteighöhen auch wieder höher wie bei freihangenden Streifen, nämlich 50.6 cm, die Minutensteighöhe vom Anfang des Versuchs bis zur 1440. Minute 0.35 mm.

Bei vergleichenden Capillarversuchen mit der Soole und ihren Verdünnungen mit Wasser zwischen Glaslinealen bei 17—18° Cels. zeigten sich schon nach Verfluss von 30 Minuten die folgenden Steighöhen von der Eintauchsgrenze an:

bei normaler	100prozentiger	Soole	16.2	cm
„	50 volumprozentiger	„	18.35	„
„	25 „	„	18	„
„	12.5 „	„	20.3	„
„	2.083 „	„	21	„

In der 90. Minute war dieselbe Steighöhe bei 50 und bei 25 volumprozentiger Soole, in der 270. Minute bis zur letzten Beobachtungszeit in der 1470. Minute zeigte sich Zunahme der Steighöhe mit der Verdünnung und zwar stellte sich bei den 5 Konzentrationen folgendes Verhältnis z. B. nach der 510. Minute heraus:

Steighöhe	Konzentration der Soole	Verhältnis beider Zahlen
37.6 cm	100 V %	1 : 2.65
40.8	50 „	1 · 1.22
41.3	25 „	1 : 0.60
44.1	12.5 „	1 : 0.28
47.1	2.083 „	1 : 0.044

Die Minutensteighöhen nahmen von der 100prozentigen Soole bis zur 2.083prozentigen vom Versuchsanfange bis zur 510. Minute von 0.74 bis 0.92 mm zu. Nach 1470 Minuten des Versuchs waren die Steighöhen 47.1, 49.8, 51 und über 55 cm hinaus.

Schon früher hatte ich die Rheinfeldener Soole und damit erhaltene Capillarstreifen auf Gehalt an *Jod*, das heisst an *Jodmetall* geprüft, aber nichts davon entdecken können, was mit *Bolley's*, später *Treadwell's* Resultaten übereinstimmt. Ich hatte jedoch und zwar mit Hilfe meiner Morinthonerde-Fluoreszenz-Reaktion das *Aluminium* in der Soole, sowie auf den Streifen nachgewiesen, was ebenfalls mit dem auf sonstigem Wege erhaltenen Befunde der beiden Analytiker übereinstimmt.

In letzter Zeit habe ich auch auf das seit *Treadwell's* Analyse als Bestandteil der Rheinfeldener Soole feststehende *Brom*, in Form von *Brommagnesium*, gefahndet und es in der Soole sowohl wie auf den damit erhaltenen Capillarstreifen nachgewiesen.

Was das *Aluminium* anbetrifft, so hatte ich mein hochempfindliches Reagenz auf geringste Spuren von Thonerde schon 1866 an der schweizerischen Naturforscherversammlung in Neuchâtel der physikalisch chemischen Sektion, sowie unserer Naturforschenden Gesellschaft zu Basel vorgewiesen.*)

Ich hatte schon 1866 gezeigt, dass die durch Zusatz von Morinlösung zu Thonerdesalzlösung bewirkte

*) Verhandlungen der Basler Naturforschenden Gesellschaft 1867, IV. Teil, 4. Heft. — Dieselben Verhandlungen 1868 V. Teil, 1. Heft. — Erdmann's Journal für praktische Chemie, 1867 und 1868. — Poggendorff's Annalen, Bd. 131, 1867 und Bd. 134, 1868. — Zeitschrift für analytische Chemie VII, 1868.

auffallend schöne grüne Fluoreszenz schon bei ausserordentlicher Verdünnung der letzteren sichtbar ist. Die allerempfindlichste Arbeitsweise, um Spuren von Thonerde nachzuweisen ist die, dass man zu deren Salzlösung etwas Morinlösung setzt und den durch eine Brennlinse in die Flüssigkeit geworfenen Lichtkegel betrachtet. Noch $\frac{1}{600}$ Milligramm Thonerde als Salz in einem Kubikcentimeter Wasser gelöst lässt sich an der eintretenden grünen Fluoreszenz erkennen. Bei Anwendung eines einzigen Kubikcentimeters Alaunlösung mit nur $\frac{1}{10}$ Milligramm Alaun, also von $\frac{1}{10000}$ absolutem Gehalte an Alaun, von $\frac{1}{175438}$ absol. Gehalte an Aluminium zeigte sich im zerstreuten Tageslichte grüne Fluoreszenz, bei Anwendung eines Brennglases ein sehr deutlich grüner Lichtkegel. Und noch bei einem absol. Gehalte an Alaun von $\frac{1}{80000}$, also bei einem absol. Gehalte an Aluminium von bloss $\frac{1}{1403500}$ zeigte sich bei Anwendung des Brennglases eine Spur von Fluoreszenz.

Alkali- und Erdalkalisalzlösungen verhindern die durch Morin verursachte Fluoreszenz der Thonerde nicht. Die Salzlösungen jener selteneren Erden Beryllerde, Thorerde, Zirkonerde, Yttererde, Cererde, Lanthanoxyd und Didymoxyd geben mit Morinlösung keine Fluoreszenzreaktion und verhindern die der Thonerde nicht. Tritt bei der Reaktion auf Aluminiumsalz, z. B. Aluminiumchlorid mit alkoholischer Morinlösung keine grüne Fluoreszenz auf, dann setze ich bei etwaigem Salzsäureüberschuss zu dessen Neutralisation tropfenweise sehr verdünnte Ammoniaklösung zu. Zur scharfen Beobachtung der Fluoreszenz wird das Bechergläschen, Reagenzglas oder Uhrgläschen auf ein mattes schwarzes Papier gestellt. Zur Beobachtung von Capillarstreifen werden diese in die Vertiefung einer schwarzen Photographiecuvette gelegt, die alkoholische mit sehr wenig Salzsäure versetzte

Morinlösung über ihre ganze Länge getropft und scharf beobachtet, in welchem Teile des Streifs grüne Fluoreszenz auftritt.

So konnte ich in der Rheinfeldener Soole sowohl wie auf den damit erhaltenen Capillarstreifen mit Leichtigkeit die Aluminium-Fluoreszenzreaktion erhalten.

Eine vortreffliche, von *Treadwell* in seinem Lehrbuche der Analyse empfohlene Methode, um kleine Mengen von Jod- und Bromverbindungen neben einander und neben Chlorverbindungen, in der Soole also neben Kochsalz, nachzuweisen ist die, dass man deren gemeinschaftliche Lösung mit verdünnter Schwefelsäure ansäuert, dann nach Zusatz von Schwefelkohlenstoff oder Chloroform mit etwas Chlorwasser schüttelt, das zersetzend auf Jod- und Brommetall einwirkt. Ist Jodmetall vorhanden, so hat sich nun die unten lagernde Schwefelkohlenstoff- oder Chloroformschicht rotviolett gefärbt. Setzt man mehr Chlorwasser zu, so verschwindet diese Färbung, da das Jod zu Jodsäure oxydiert wird. Das vorhandene Brommetall wird nun zersetzt, das freigewordene Brom im einen oder anderen Lösungsmittel mit brauner Färbung gelöst. Setzt man noch mehr Chlorwasser zu, so ändert sich die braune Bromlösung in gelbe Chlorbromlösung um.

Bei Anwendung dieser Methode habe ich in der Soole, selbst bei Verwendung von drei Litern derselben und von nur sehr wenig Chloroform keine Spur von rotvioletter Färbung des letzteren, also keine Spur von Jod wahrnehmen können. Wohl aber habe ich schon mit 95 Kubikcentimeter Soole eine Hochspur von gelblicher, bei Anwendung von $^1/_2$ Liter Soole gelbliche Färbung des Chloroforms durch das entstandene Chlorbrom erhalten. Bei 3 Liter Soole wurde die nur in mässiger Menge angewandte Chloroformmenge schön gelb gefärbt.

Bei der Prüfung der mit Soole erhaltenen Capillarstreifen tropfte ich zuerst auf deren einzelne Teile verdünnte Schwefelsäure, dann Chloroform und schliesslich Chlorwasser, wobei sich die leise gelbliche Chlorbromfärbung, nie aber die rotviolettliche Jodfärbung einstellte.

Da die Lösung des Chlorbroms in Chloroform sich von der Reaktionsstelle aus capillarisch im Streife etwas verbreitet, so zieht sie sich in für die Erkennung günstige Ränder, Endzonen, zusammen, was die Erkennung noch verschärft.

Ich habe somit die von *Bolley* und von *Treadwell* erkannte Abwesenheit des Jods in der Soole von Rheinfelden und die von *Treadwell* erkannte Anwesenheit des Broms in derselben bestätigen können.

Es interessierte mich, vergleichende Capillarversuche mit $\frac{1}{10}$ *Normallösung des Bromnatriums* ($\frac{1}{10}$ Gramm Molekulargewicht = 10.301 Gramm im Liter) und seiner verschieden starken Verdünnungen sowohl in zwischen Glaslinealen liegenden wie in freihangenden Streifen anzustellen, wobei sich bei zunehmender Verdünnung nach gewisser Fortschreitung des Versuchs eine Zunahme der Steighöhe ergab. Siehe Tafel 46 C und D.

In zwischen Glaslinealen liegenden Streifen war die von der Eintauchsgrenze an gerechnete Steighöhe

bei	100 %iger	$\frac{1}{10}$	Normallösung	nach 1290	Min.	50.96 cm
„	50	„	„	„	„	52.9 „
„	33.3	„	„	„	„	über 55 „

in freihangenden Streifen:

bei	100prozentiger	$\frac{1}{10}$	Normallösung	44.7 cm,
„	16.6	„	„	45.5 „
„	0.13	„	„	48.3 „

In freihangenden Streifen war also auch beim Bromnatrium die Steighöhe geringer wie bei zwischen Glaslinealen hangenden.

Die Stärke der sich auch hier als vorzüglich charakterisierenden Bromreaktion mit verdünnter Schwefelsäure, Chloroform und Chlorwasser, welche nacheinander auf die einzelnen Streifabschnitte getropft wurden, nahm natürlich mit der Verdünnung der $\frac{1}{10}$ Normallösung immer mehr ab.

Anhang.

Solche Capillarversuche in Filtrierpapierstreifen oder in anderen geeigneten Medien haben nicht nur den *einen* Zweck, die Körper, welche zur Untersuchung gezogen werden, durch ihr verschiedenes Capillarsteigvermögen und die zwischen ihnen und dem Capillarmedium existierende verschieden grosse Adsorptionskraft von einander zu trennen, sie dadurch auf dem Capillarmedium durch ihre Färbung dem Auge kund zu tun oder sie dem Mikroskopiker, Chemiker und Physiker zur näheren Prüfung in getrennten Zonen zur Disposition zu stellen, sondern sie können auch dazu dienen, uns mit Hilfe der nach einer bestimmten Versuchsdauer auf den Streifen abgelesenen Steighöhen der Flüssigkeiten oder in verschieden starken Konzentrationen angewandten Lösungen der Körper einen ungefähren Hinweis auf das Mass der Capillarverbreitung, des Capillarwandervermögens der Körper in *vitalen* Geweben und auf die Stärke der Adsorptionskraft zwischen flüssigen und gelösten Körpern einerseits und den vitalen Geweben anderseits zu erlangen, was für Physiologie und praktische medizinische Wissenschaft einigen Wert haben könnte, wenn sich auch aus Capillarversuchen mit toten, reinen oder vorher mit gewissen Stoffen imprägnierten Medien keine sicheren Schlüsse auf das Capillarverhalten der

Flüssigkeiten und gelösten Körper in lebenden tierischen Geweben ziehen lassen.

Über die Wanderung des *Natriumchlorürs* in seiner Lösung, der Soole, sprach ich in obigem Abschnitte XIII, sowie in den dazu gehörenden Tafeln 46, A, B, C und D.

Auch das Capillarverhalten anderer Körper hatte mich nach derselben Richtung hin interessiert.

In meiner Publikation: „Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse" (Basel, Verlag von Helbing u. Lichtenhahn, 1906) habe ich im Anschluss an das IV. Kapitel: „Anwendung der Capillaranalyse in der anorganischen Chemie" über meine Capillarversuche mit *colloïdalen Metallen* berichtet, nachdem ich auf die Arbeiten von Credé, A. Lottermoser, E. v. Meyer, Carey Lea, E. A. Schneider, Schneider & Barmo, Muthmann und Adolf Bode hingewiesen hatte. Credé hatte bekanntlich das sogenannte lösliche Silber in Salbenform bei septischen und ähnlichen Erkrankungen erfolgreich angewandt und aus seinen Beobachtungen den Schluss gezogen, dass das Silber durch die Haut in das Blut und andere Säfte des Körpers gelange, mit diesen zirkuliere und auf diesem Wege seine Wirkung ausübe.

Bei einem meiner Capillarversuche, welcher blos eine Viertelstunde dauerte, mit der wässerigen einprozentigen, schwarzbraunen, das Silber scheinbar gelöst enthaltenden Lösung des mir von Herrn E. v. Meyer gütigst zur Disposition gestellten *colloïdalen Silbers* mit verschiedenartigen Capillarstreifen, sahen die 3 Centimeter langen Eintauchszonen bei Filtrierpapier grau, bei Baumwollzeug graulichgelblich, bei Leinenzeug bräunlichgrau, bei Wollzeug lebhaft grau, bei Seidenzeug bräunlichgelb und bei Pergamentpapier sehr hellgraulich aus. Betreffs der von der Eintauchsgrenze an sichtbaren

Zonenreihe ergab sich, dass das Silber im Leinen- und Seidenzeug lange nicht so hoch wie das Wasser emporsteigt, dass aber im Filtrierpapier, im Baumwoll- und Wollstreif Silber und Wasser gleiche Steighöhe haben, was mit Credé's Einreibeversuchen mit löslichem Silber in Salbenform übereinstimmt.

Bei Capillarversuchen mit verschieden stark verdünnten *Ammoniak*lösungen hatte ich schon längst gefunden, dass das freie Ammoniak ein ganz eminentes Steig-, also Capillarwanderungsvermögen besitzt, woraus ich schloss, dass das Ammoniak wahrscheinlich auch schnell und weithin sich in den tierischen Geweben verbreiten könne. Ich weise hier auf das von mir in meiner schon oben zitierten Publikation von 1906 Seiten 235 bis 238 gesagte hin.

Von den bei meinen zahlreichen Capillarversuchen mit caustischem Ammoniak und dessen Verdünnungen erhaltenen Resultaten seien die folgenden erwähnt:

Die Steighöhen waren in Centimeter nach

	5 Std. cm	24 Std. cm	48 Std. cm
Caustisches Ammoniak	32.6	—	—
50 Volumprozent dito und 50 V% Wasser	35.3	50.1	53.3
25 " " " 75 " "	35.6	50.8	53.8
10 " " " 90 " "	34.5	47.4	50.5
5 " " " 95 " "	34.9	49.1	51.5

Nach Beendigung der Capillarversuche wurden angefeuchtete Curcumapapierschnitzel in kleinen Distanzen von unten bis oben auf die Streifen gelegt, wobei sie alle sofort, je nach dem Verdünnungsgrade des Ammoniaks mehr oder weniger starke, an der Luft nachher wieder verschwindende Bräunung annahmen.

Das Ammoniak war bei jeder Verdünnung mit dem Wasser bis zu oberst gewandert, bis zur oberen Endgrenze erkennbar.

Liquor Ammonii caustici, 10prozentige Ammoniaklösung, wird schon längst als reizende Einreibung in Form von Linimenten bei rheumatischen Schmerzen usw. benutzt.

Betreffs *Terpentinöl,* das äusserlich, rein oder in Gemengen, zu Einreibungen, besonders gegen rheumatische Schmerzen als Hautreizmittel benützt wird, zeigte ich schon in früheren Publikationen, dass die Öle, ätherische und fette, eine starke Capillarwanderungsfähigkeit besitzen, sich in Capillarmedien weithin verbreiten können.

Bekanntlich wird auch der *Campher* $C^{10} H^{16} O$ als Spiritus camphoratus (10 T. Campher, 70 T. Weingeist, 20 T. Wasser) zu Einreibungen benutzt.

Von meinen Capillarversuchsresultaten mit reinem und mit verdünntem Campherspiritus erwähne ich folgende:

	Reiner Campherspiritus	50 V% Dito 50 „ Alkohol	12.5 V% Dito 87.5 „ Alkohol
nach 409 Minuten = 6 Stunden 49 Minuten	13.7 cm	12.4 cm	10.4 cm
Minutensteighöhe vom Versuchsanfang bis zur 409. Minute	0.334 mm	0.304 mm	0.254 mm
nach 1511 Minuten = 25 Stunden 11 Minuten	18.6 cm	14.8 cm	13.9 cm
Minutensteighöhe von 409 bis 1511 Minuten	0.168 mm	0.134 mm	0.126 mm
nach 3094 Minuten = 51 Stunden 34 Minuten	18.6 cm	16.7 cm	15.1 cm
Minutensteighöhe v. 1511 bis 3094 Minuten	0.117 mm	0.105 mm	0.095 mm

Der reine Campherspiritus stieg höher wie seine Verdünnungen; je stärker diese, desto weniger hoch ist die Steighöhe.

Mit dem der Gruppe der dreiwertigen gesättigten Alkohole $C^n H^{2n-1} (OH)^3$ angehörenden *Glycerin* $C^3 H^8 O^3$, das äusserlich als Vehikel und Lösungsmittel verschiedener Substanzen dient, erhielt ich bei einem 120stündigen neunfachen Capillarversuche mit offen im Glaskasten bei 17—18° Cels. hangenden, 2.5 cm tief in's Glycerin eintauchenden Filtrierpapierstreifen als Mittel die folgenden Resultate:

			Steighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm				Minutensteighöhen in mm
nach	10	Minuten	0.2	vom	Anfang bis 10.	Minute	0.2
„	25	„	0.5	von	10.—25.	„	0.2
„	80	„	1.2	„	25.—80.	„	0.13
„	140	„	1.9	„	80.—140.	„	0.11
„	1440	„	7.7	„	140.—1440.	„	0.04
„	2500	„	12	„	1440.—2500.	„	0.04
„	3520	„	15.85	„	2500.—3520.	„	0.038
„	4870	„	19.5	„	3520.—4870.	„	0.027
„	7200	„	20.3	„	4870.—7200.	„	0.0034

= 120 Stunden

Nach Beendigung der neunfachen 120stündigen Versuche und Herausnahme der Streifen aus dem Glycerin stieg dieses noch weitere 2.9 bis 3.2 cm in den Streifen hinauf.

XIV. Capillarversuche mit Vollmilch und abgerahmter Milch, sowie mit deren Verdünnungen mit Wasser.

(Tafeln 47 bis 49.)

Schon seit Anfang der 80ger Jahre hatte ich zu verschiedenen Malen über die Resultate meiner Capillar-

versuche mit ***Vollmilch, abgerahmter Milch und denselben nach Zusatz von Wasser*** berichtet. Ich beschränkte mich bis heute auf Versuche mit Kuhmilch. Über Versuche mit Frauen-, Ziegen-, Schaf-, Esels- und Stutenmilch, sowie mit Colostrum kann ich noch keine Mitteilungen machen, auch nicht über solche mit den durch Alkohol- und Milchsäuregärung des Milchzuckers erhaltenen Produkte Kumys aus Stutenmilch und Kephir aus Kuhmilch. Ich kann auch noch nicht über Capillarversuche mit pathologischen Milchen oder solchen, welche durch verschiedenartige Ursachen Färbung annehmen können, berichten. Einige einleitenden Worte über die Chemie der Milch möchten vorerst am Platze sein.

Die ganz frische Milch bildet beim Aufkochen eine aus geronnenem Caseïn und Kalksalzen bestehende Haut. An der Luft wird die Milch sauer, da ihr Zucker durch Einwirkung von Mikroorganismen allmählich in Milchsäure übergeht, worauf schon bei gewöhnlicher Temperatur ein beim Erwärmen sich zusammenziehendes Caseïngerinnsel entsteht, während die saure Molke, eine gelblich grünliche, saure Flüssigkeit darüber steht.

Wechselt auch die Menge der Bestandteile der Milch bei einzelnen Kühen, je nach Fütterungsweise, Rasse, Alter, Laktationsperiode und Geschlechtstätigkeit, so gleichen sich doch die dadurch bedingten Unterschiede bei den Milchen ganzer Stallungen aus, so dass man nach *König's* Zusammenstellung[1]) der Resultate von etwa 800 durch verschiedenste Analytiker ausgeführten Milchuntersuchungen als mittlere Zusammensetzung der Kuhmilch die folgende annehmen kann:

87.17 % *Wasser*,
12.83 % *feste Stoffe*,

[1]) Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. III. Auflage.

nämlich:

4.88 % *Milchzucker*, vollständig gelöst,

3.69 % *Butterfett*, in Form miskroskopisch kleiner, fein verteilter Kügelchen, welche leichter als die Milchflüssigkeit sind und sich deshalb bei derem Aufstellen als Rahm an die Oberfläche begeben,

3.02 % *Käsestoff*, das heisst nicht gelöstes, nur aufgequollenes Caseïn,

0.53 % *Albumin* (Zieger),

0.71 % *Mineralsalze*.

Olof Hammarsten[1]) nimmt für 100 Teile Vollmilch die folgenden nicht wesentlich verschiedenen Prozentzahlen an:

3.5 % *Eiweiss und Extraktivstoffe*,
3.5 % *Butterfett*,
5 % *Kohlehydrate*,
0.7 % *Mineralstoffe*,
87.3 % *Wasser*,

für 100 Teile durch Aufstellen abgerahmte Milch:

3.5 % *Eiweiss und Extraktivstoffe*,
0.7 % *Butterfett*,
5 % *Kohlehydrate*,
0.7 % *Mineralstoffe*,
90.1 % *Wasser*.

Der zu den Disacchariden oder Hexobiosen gehörende Milchzucker, die Laktose C^{12} H^{22} O^{11} gibt bekanntlich die Trommer'sche Reaktion wie Trauben- und Harnzucker.

Das Caseïn, ein weisses Pulver, ist in Wasser nur schwer, in schwacher Alkalilösung aber, sowie in Wasser bei Anwesenheit von Calciumcarbonat löslich. Die kalkhalti-

[1]) Lehrbuch der physiologischen Chemie, IV. Auflage, 1899, Upsala.

gen Lösungen nehmen beim Erwärmen das opalisierende Aussehen der fettarmen Milch an und überziehen sich beim Kochen mit einer Haut. Der bei der Gerinnung der Milch, auch der durch Lab gebildete Käse enthält reichlich Calciumphosphat.

Ein Teil des Kalkes in der Milch ist an Caseïn, ein Teil an Phosphorsäure in Form eines Gemenges von Di- und Tricalciumphosphat gebunden.

J. Koenig gibt als Mittel aus zirka 800 Vollmilchanalysen den Gehalt eines Liters an einzelnen anorganischen Bestandteilen wie folgt an:

Kali	1.775	gr.
Natron	0.589	„
Kalk	1.614	„
Magnesia	0.186	„
Eisenoxyd	0.021	„
Phosphorsäure . . .	1.892	„
Schwefelsäure . . .	0.181	„
Chlor	1.004	„

Das Natron ist in der Milch als Laktat vorhanden, das Kalium als Chlorkalium.

Das Laktoalbumin gerinnt je nach der Konzentration und dem Salzgehalt der Lösung bei 72—84° Cels. Die Eiweisskörper geben bekanntlich charakteristische Färbungsreaktionen, welche ich zur Prüfung der Milchcapillarzonen angewandt habe.

Die Milchphosphorfleischsäure, ein der Phosphorfleischsäure verwandtes Nukleon [1]) kann als Eisenverbindung aus der von Caseïn, Eiweiss und Erdphosphaten befreiten Milch ausgefällt werden.

Die Milch wird bekanntlich vielfach verfälscht, nämlich durch Zusatz von Wasser, durch teilweises Abrahmen oder durch beides zugleich, auch durch Vermischen teilweise

---

[1]) Siegfried, Zeitschrift für physiologische Chemie, 21 und 22.

abgerahmter Milch mit ganzer Milch, seltener durch fremdartige anderweitige Zusätze wie Wasser.

Von Natur aus wässerige, bläulichweisse Milch, arm an Fetten und an sonstigen Nährstoffen, liefern nur schlecht gepflegte und schlecht ernährte Kühe.

Es sind im Laufe der Zeit verschiedenartige Methoden zur praktischen Prüfung der Milch vorgeschlagen und zum Teil angewandt worden, worüber ich in früheren Publikationen [1]) einlässlich gesprochen habe, namentlich über die Anwendbarkeit der Bestimmung des spezifischen Gewichts der Vollmilch und die noch grössere Wichtigkeit der Bestimmung des spezifischen Gewichts der abgerahmten Milch zur Beurteilung der Qualität der Milch und des Wasserzusatzes, mit Zuziehung der Bestimmung der Menge des durch Aufstellen der Milch, z. B. im Quevenne'schen Cremometer, gewonnenen Butterfetts. Hier nun will ich über meine Capillarversuche mit Vollmilch und abgerahmter Milch, sowie mit ihren Mischungen mit Wasser berichten.

Lässt man Capillarstreifen 3 Centimeter tief in Milch einhangen, so wandern die verschiedenen Bestandteile derselben in denselben empor, und zwar ein jeder Bestandteil bis zu der ihm zukommenden Steighöhe, so dass, je nach der Beschaffenheit der Milchen, verschiedene Totalsteighöhen, verschieden charakterisierte einzelne Eintauchs- und von der Eintauchsgrenze an gezählte Steighöhezonen erhalten werden.

---

[1]) Friedrich Goppelsroeder:

1. „Beitrag zur Prüfung der Kuhmilch." Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel, 1866, IV. Teil.

2. „Die Chemie der Kuhmilch und die Mittel zur Prüfung derselben." Milchzeitung 1871 und 1872.

3. „Über Milchuntersuchung." Milchzeitung 1886.

Die eingetauchten Enden der Streifen sind alle leise gelblich und fettig anzufühlen. Es zeigt sich sogar leiser bis ziemlich starker Butteranflug. Auch über der Eintauchsgrenze, an diese direkt anschliessend, sind mehr oder weniger starke gelbe Butterbeschläge, sogar eigentliche Butterklümpchen, darüber auch noch gelbliche, fettig anzufühlende, in gewissen Fällen durchscheinende Zonen zu beobachten.

Nach Behandlung der Streifen mit Aether zeigt sich natürlich kein Fett mehr, aber statt diesem ein mehr oder weniger starker weisser Absatz von Mineralstoffen, namentlich von Calciumphosphat, welcher um so geringer ist, je verdünnter die zum Versuche angewandte Milch gewesen war.

Je verdünnter die Milch war, um so grösser sind die Capillarsteighöhen.

Bei einem Capillarversuche mit normaler Milch, welcher 20 % Wasser zugesetzt worden waren, vor und nach deren Aufkochen, unter gewöhnlichem Luftdrucke zeigte sich eine grössere Steighöhe bei der aufgekochten wie bei der unaufgekochten Milch. Bei der aufgekochten Milch war in der Eintauchszone ein nur leiser Butteranflug, bei der nicht aufgekochten hingegen eine ziemlich dicke gelbe Butterschicht entstanden.

Bei mit Filtrierpapierstreifen angestellten Capillarversuchen mit durch Stehenlassen abgerahmter normaler Milch und mit derselben nach Vermischen mit destilliertem Wasser zeigte sich wiederum, dass, je mehr Wasser die Milch enthält, desto höher die Steighöhe ist, dass sich dann im eingetauchten Teile des Streifs immer leiseres fettiges Anfühlen, nur eine leise bis sehr leise gelbliche Ablagerung von Butterfett bemerkbar macht. Auch über der Eintauchsgrenze kann sich noch ein sehr leiser Butteranflug zeigen, woraus hervorgeht, dass durch blosses

Aufstellen der Milch, wie längst bekannt, nicht alle Butterkügelchen aus der Milchflüssigkeit abgeschieden werden.

Bei einem Versuche über den Einfluss eines Aetzkalizusatzes auf die Steighöhe einer Mischung von 20 Volumprozenten Vollmilch mit 80 Volumprozenten destillierten Wassers, war die Steighöhe beim Aetzkalizusatz bei einem ersten Versuche nur 53.4 %, bei einem zweiten 57.39 %, im Mittel 55.39 % von derjenigen ohne Zusatz von Aetzkali. Die Ursache ist, dass die Cellulosenfaser des Capillarmediums durch den Einfluss des Aetzkalis mercerisiert wurde.

Hinsichtlich der Reaktionen, welche die einzelnen Milchcapillarzonen nach vorausgegangenem Auszug des Butterfettes mit Aether geben, erwähne ich die mehr oder weniger starke Bläuung mit verdünnter Salzsäure und Ferrocyankaliumlösung zu oberst im Streif. Das Millon'sche Reagens gab, nach vorherigem Einlegen der direkt unter der Eisenzone liegenden steifen durchscheinenden pergamentartigen Zone, eine zuerst gelbliche, dann lebhaft krapprosane bis stark rote Färbung, mit der darunter liegenden wie reines Filtrierpapier aussehenden Zone eine weniger lebhaft krapprosane Färbung und mit der direkt an die Eintauchsgrenze angrenzenden, einen weissen starken Beschlag tragenden Zone dunkelrote Färbung, auch nach Entfernung des Beschlags. Die Eintauchszone mit ihrem weisspulverigen Überzug und ihren oft weissen perlmutterartigen Schuppen gab zuerst gelbliche, hernach stark krapprosane Färbung.

Eisessigsäure plus Schwefelsäure gab mit der zweitobersten Zone sehr geringe, auch mit der drittobersten Zone sehr geringe violettlich rötliche Färbung, mit der über der Eintauchslinie gelegenen Zone zuerst violettlichen Hochschein, hernach hellviolette Färbung, mit der Eintauchszone lebhaft violette Färbung.

Alkalische Kupfersulfatlösung gab mit der Eintauchszone blauviolette, mit der darüber liegenden dunkelblauviolette, mit der drittobersten blauviolette, mit der zweitobersten hellere blauviolettliche Färbung.

Die einzelnen Milchstreifzonen reagieren in der Wärme mit Natronlösung, indem sie damit mehr oder weniger starke für Eiweissstoffe charakteristische gelbe Färbung geben.

Die pergamentpapierartigen mehr oder weniger steifen Zonen der Capillarstreifen enthalten die Eiweissstoffe der Milch.

Schon da, wo nur Spuren von Butterfett lagern, fühlen sich die Capillarstreifen leise fettig an. Da wo Butter abgelagert war, hinterbleiben nach Auszug derselben mit Aether die Phosphate.

Das an Alkalimetall gebundene Chlor lässt sich in den Milchcapillarstreifen bis hoch oben in deren wässerigem Auszuge nachweisen.

Die in der Eintauchszone absorbierte mattweisse oder perlmutterglänzende Ablagerung enthielt bei meinen bisherigen Bestimmungen im Mittel sehr übereinstimmender Resultate 95.27 % organische und 4.73 % unorganische Substanz. Die von der ganzen Streiflänge adsorbierten Stoffe waren zu 94.95 % organische, zu 5.05 % unorganische. Das Verhältnis der unorganischen zu den organischen Substanzen war somit im ersteren Falle wie 1 zu 20, im letzteren wie 1 zu 19, also fast gleich.

Äschert man die einzelnen Zonen der Capillarstreifen ein, so erhält man in den schwach salzsäurehaltigen Auszügen der Aschen mit Ammoniakmolybdänat sehr starke Phosphorsäurereaktion bei der Eintauchszone, starke bei der darüberliegenden, ziemlich starke

bis starke bei der zweitobersten und schwächere bei der drittobersten Zone.

Interessant war mir die Prüfung einer grossen Zahl von vorerst mit Aether ausgezogenen Milchcapillarstreifen auf Spuren von Tonerde nach meiner im XIII. Kapitel schon beschriebenen, schon längst von mir empfohlenen Fluoreszenzreaktion mit Hilfe einer alkoholischen mit etwas Salzsäure versetzten Morinlösung. Auch hier wurden die Streifen zur besseren Beobachtung der Fluoreszenz in eine mattschwarze Photographiecuvette gelegt und dann, der Länge nach, mit einer sehr wenig Salzsäure enthaltenden alkoholischen Morinlösung betropft, wobei sich dem ein scharfes Auge besitzenden Beobachter stets wenigstens Spuren grüner Fluoreszenz zu erkennen geben.

Ich untersuchte auch 77 von mir selbst bei meinen früheren Milchanalysen erhaltene Aschen, je 0.3 bis 0.6 Gramme derselben, welche ich in verdünnter Salzsäure auflöste. Nach Zusatz von Morinlösung und nach tropfenweisem Zufügen von Ammoniak bis zur Abstumpfung der Salzsäure oder bis zu höchstens spurenweisem Überschuss von Ammoniak erhielt ich in allen 77 Fällen spurenweise grünliche bis ziemlich lebhaft grüne Fluoreszenzerscheinung, wodurch die Anwesenheit von wenigstens Spuren der Thonerde in der Kuhmilch konstatiert ist.

Ich gehe nun zur näheren Beschreibung einer Anzahl von Capillarversuchen mit Vollmilch, entrahmter Milch und deren Verdünnungen mit Wasser über.

Bei 24stündigen Versuchen mit zwischen Glaslinealen im verschlossenen Glaskasten hängenden Filtrierpapierstreifen erhielt ich mit Vollmilch und ihren Verdünnungen mit Wasser die folgenden Resultate.

	Steighöhen in cm nach:						
	1 Stunde	4 Stunden	5 Stunden	7 Stunden	Minutensteighöhe von Anfang bis und mit 7. Stunde in mm	24 Stunden	Minutensteighöhe von Anfang bis und mit 24. Stunde in mm
	cm	cm	cm	cm	mm	cm	mm
Vollmilch	14.1 (1)	21.4 (1)	22.6 (1)	24.4 (1)	0.58	25.9 (1)	0.18
90 V % Vollmilch 10 V % Wasser	14.7 (1.04)	22 (1.03)	23.1 (1.02)	24.6 (1.01)	0.585	?	?
80 V % Vollmilch 20 V % Wasser	16.4 (1 16)	25.1 (1.17)	26.5 (1.17)	28.6 (1.17)	0.68	33.2 (1.28)	0.23
60 V % Vollmilch 40 V % Wasser	17.1 (1.21)	26.1 (1.22)	27.6 (1.22)	30.2 (1.23)	0.71	37.6 (1.45)	0.261
40 V % Vollmilch 60 V % Wasser	16 9 (1.20)	26.3 1.23)	27.8 (1.23)	30.4 (1.24)	0.72	38 (1.46)	0.264

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die relativen Steighöhen je zu derselben Versuchszeit.

Schon von der 4. Versuchsstunde an zeigte sich bis zur 24. immer mehr eine mit dem vermehrten Zusatz von Wasser zur Milch wachsende Steighöhe. Da durch die Anwesenheit von mehr oder weniger Butter die Poren des Filtrierpapiers sich mehr oder weniger verstopfen können, wodurch dem Wandern der anderen Milchbestandteile ein Hindernis entgegengestellt wird, so ist es vorzuziehen, die Vollmilch vor dem Versuche zuerst abzurahmen.

Bei einem 19stündigen, in derselben Weise und bei 16—18° Cels. ausgeführten Capillarversuche mit derselben, jedoch während 24stündigem Aufstellen entbutterten Vollmilch und mit deren Verdünnungen mit Wasser erhielt ich die folgenden Resultate.

	Steighöhen in cm nach 180 Minuten = 3 Stunden	Differenzen der Steighöhen in cm nach 180 Minuten der mit Wasser verdünnten und der reinen abgerahmten Vollmilch	Minutensteighöhen in mm von Anfang des Versuchs bis nach 180 Minuten	Steighöhen in cm nach 1140 Minuten = 19 Stunden	Differenzen der Steighöhen in cm nach 1140 Minuten der mit Wasser verdünnten und der reinen abgerahmten Vollmilch	Minutensteighöhen in mm von der 180. bis zur 1140. Minute	Minutensteighöhen in mm von Anfang des Versuchs bis zur 1140. Minute
	cm	cm	mm	cm	cm	mm	mm
Abgerahmte Vollmilch	20.2 (1)	—	1.12	24.2 (1)	—	0.041	0.212
90 V % dito, 10 V % Wasser	20.7 (1.0247)	0.5	1.15	26.4 (1.0909)	2.2	0.059	0.231
80 V % dito, 20 V % Wasser	21.6 (1.069)	1.4	1.20	27.9 (1.1528)	3.7	0.065	0.244
70 V % dito, 30 V % Wasser	23.3 (1.153)	3.1	1.29	30.9 (1.276)	6.7	0.079	0.271
60 V % dito, 40 V % Wasser	23.9 (1.183)	3.7	1.32	31 (1.281)	6.8	0.074	0.2719
50 V % dito, 50 V % Wasser	23.7 (1.173)	3.5	1.317	31.3 (1.293)	7.1	0.079	0.274
40 V % dito, 60 V % Wasser	24.7 (1.222)	4.5	1.37	32.4 (1.3388)	8.2	0.08	0.284

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten auch hier die relativen Steighöhen je zu derselben Versuchszeit.

Diese Versuche zeigen wiederum die Zunahme der Steighöhe mit der des Wasserzusatzes.

In der 180. Minute war die Steighöhe der abgerahmten mit 50 % Wasser vermischten Milch um 2 mm geringer wie die bei 60 %; von dieser Zeit an nahm aber die Steighöhe in der ganzen Reihe mit der Verdünnung ohne Ausnahme zu.

Bei dreifachen 5stündigen bei 14.5—15.5° Cels. angestellten Capillarversuchen mit der während 24 Stunden

durch Aufstellen abgerahmten Milch, wobei die Streifen auch im Glaskasten, aber nicht zwischen Glaslinealen, sondern offen hiengen und 3 cm tief in je 30 cc der Milch eintauchten, erhielt ich folgende Mittelzahlen:

	Mittlere Steighöhe nach 2 Stunden in cm	Mittlere Minutensteighöhe von Anfang bis zu der 2. Stunde in mm	Mittlere Steighöhe nach 5 Stunden = 300 Minuten in cm	Differenz zwischen den Steighöhen der gewässerten Milch und der abgerahmten Vollmilch in cm	Mittlere Minutensteighöhe in mm von der 120. bis 300. Minute	Mittlere Minutensteighöhe in mm von Anfang des Versuchs bis zur 300. Minute
	cm	mm	cm	cm	mm	mm
Vollmilch	18.6 (1)	1.550	19.51 (1)		0.0505	0.6503
90 V % Vollmilch, 10 V % Wasser	19.2 (1.032)	1.600	20.05 (1.027)	0.54	0.0472	0.6683
80 V % Vollmilch 20 V % Wasser	19.25 (1.0349)	1.604	22.13 (1.134)	2.62	0.160	0.7376
70 V % Vollmilch 30 V % Wasser	19.8 (1.0645)	1.650	22.5 (1.153)	2.99	0.150	0.750
60 V % Vollmilch 40 V % Wasser	20.3 (1.0914)	1.691	23.01 (1.179)	3 50	0.1505	0.767
50 V % Vollmilch 50 V % Wasser	22.7 (1.2204)	1.891	23.97 (1.228)	4.46	0.0705	0.799
40 V % Vollmilch 60 V % Wasser	—	—	27.27 (1.397)	7.76	—	0.909
30 V % Vollmilch 70 V % Wasser	—	—	29.45 (1.509)	9.94	—	0.981
20 V % Vollmilch 80 V % Wasser	—	—	31.18 (1.598)	11.67	—	1.039
10 V % Vollmilch 90 V % Wasser	—	—	33.55 (1.719)	14.04	—	1.118
Destilliertes Wasser	—	—	33.63 (1.723)	14.12	—	1.121

Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die relativen Steighöhen je zu derselben Versuchszeit.

Auch hier wieder ergab sich die Zunahme der Steighöhe mit derjenigen des Wasserzusatzes zur abgerahmten Vollmilch.

Wird das auf den mit normaler Vollmilch erhaltenen Capillarstreifen befindliche mehr oder weniger stark gelblich aussehende Butterfett nach Einlegen der Streifen in Aether durch Auflösung entfernt, so bieten die auf dem Streife zurückgebliebenen organischen und unorganischen Körper in diesen Streifteilen ein neues Zonenbild. Erst jetzt erkennt man scharf die je nach dem Gehalte und Nährwerte der Milch mehr oder weniger intensiv durch das Butterfett maskiert gewesenen in Aether unlöslich gebliebenen organischen und besonders unorganischen Milchbestandteile. Je stärker aber die Milch gewässert worden war, um so magerer fällt natürlich nach der Behandlung ihrer Capillarstreifen mit Aether der zurückbleibende weisse Beschlag aus, worüber ich bereits oben gesprochen hatte.

Ich verweise auf die Tafeln 47 A und 48 B, wo ich über nur sehr kurze Zeit dauernde Capillarversuche mit Vollmilch und abgerahmter Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser in frei, nicht im Glaskasten hangenden Streifen, welche nach dem Trocknen an der Luft mittelst Aether vom Butterfett befreit wurden, gesprochen habe. Auch nach der Entfettung zeigte sich ganz deutlich die Zunahme der Steighöhe mit der Zunahme des Wasserzusatzes zur Vollmilch sowohl wie zur abgerahmten Vollmilch.

Wir haben sowohl bei den Versuchen mit Vollmilch wie mit abgerahmter Vollmilch und deren Verdünnungen in der Eintauchszone zweierlei Zonen, nämlich als unterste eine wie das Filtrierpapier aussehende, darüber satt unter der Eintauchsgrenze eine mit weissem Beschlag, in dem Streif über der Eintauchsgrenze hingegen bei Vollmilch und deren Verdünnungen dreierlei Zonen zu berücksichtigen, nämlich eine unterste an die Eintauchsgrenze anschliessende mit weissem Beschlag, eine obere

vom Aussehen des Filtrierpapiers und eine mittlere wie Pergamentpapier durchscheinende, welche je nach dem Gehalt an bestimmten Bestandteilen von hartem oder nicht hartem Anfühlen ist.

Bei abgerahmter Milch und deren Verdünnungen habe ich über der Eintauchsgrenze bis jetzt stets nur zwei Zonen beobachten können, nämlich zu unterst die wie Pergamentpapier durchscheinende, darüber eine vom Aussehen des Filtrierpapiers.

Bei Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser variierte die Ausdehnung des unteren Teils der Eintauchszone vom Aussehen des Filtrierpapiers, jedoch nicht regelmässig mit der Verdünnung fortschreitend, von 20.5 bis 30 mm, die der oberen Zone mit weissem Beschlag ziemlich regelmässig, siehe Tafel 47 Versuchsreihen II und IV, mit vermehrtem Wasserzusatz abnehmend von 9.5 bis 2 mm. Bei den Zonen über der Eintauchsgrenze konnte ich bei der untersten und mittleren Zone, mit Ausnahme von Versuchsreihe III, keinen Zusammenhang mit der Zunahme des Wasserzusatzes herausfinden; die Ausdehnung des weissen Beschlags als unterste Zone ging von 1 bis 18.5 mm, die der mittleren, Pergamentpapier ähnlichen Zone von 3 bis 66 mm. Die Ausdehnung der obersten Zone vom Aussehen des Filtrierpapiers ging von 4 bis 124.8 mm.

Bei abgerahmter Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser variierte die Ausdehnung der unteren wie Filtrierpapier aussehenden Zone trotz der verschiedenen Verdünnungen nur von 23.5 bis 29 mm, der oberen Zone mit weissem Beschlage von 1 bis 6.5 mm. Die Ausdehnung der über der Eintauchsgrenze liegenden Steighöhenzonen war bei der unteren, wie Pergamentpapier aussehenden Zone 6 bis 21 mm lang, bei der oberen, wie Filtrierpapier aussehenden 9 bis 123 mm.

Bei Capillarversuchen mit frei unter Glasglocken, sowohl unter gewöhnlichem Luftdruck wie bei Luftverdünnung hangenden Filtrierpapierstreifen nahm die Steighöhe (siehe meine Publikation: Capillaranalyse, Verhandlungen der Naturf. Gesellsch. zu Basel, Band XIV, 1901) sowohl unter gewöhnlichem Luftdruck, wie bei Luftverdünnung mit vermehrtem Wasserzusatze zur abgerahmten Vollmilch zu.

Betreffs der Ausdehnung der einzelnen Zonen nahm dieselbe beim Versuch unter Luftdruck, siehe Tafel 49, bei der untersten wie Filtrierpapier aussehenden Zone ziemlich regelmässig mit zunehmendem Wasserzusatz zu, worüber sich bis zum Wasserzusatze von 80 Volumprozent ein beim blossen Aufstellen der Milch behufs Abrahmens in der Milch gebliebener Rest leise gelblichen Butterfetts in Form einer 2 bis 6 mm breiten Zone dicht unter der Eintauchsgrenze zeigte. Über dieser kam zuerst eine mit dem Wasserzusatz zur abgerahmten Vollmilch von 8 bis 24 mm zunehmende wie Filtrierpapier aussehende Zone, hierüber eine wie Pergamentpapier durchscheinende auch mit dem Wasserzusatze von 34 bis 51 mm zunehmende zweite Zone.

Beim Versuche unter Luftverdünnung war die 3 cm betragende Eintauchszone wie Filtrierpapier aussehend und nur bei abgerahmter Vollmilch zeigte sich zunächst der Eintauchsgrenze eine blos 2 mm breite leise gelbliche Zone als beim Aufstellen der Milch in der Milchflüssigkeit zurückgebliebenes Butterfett, bei Verdünnungen von 20 bis 60 Volumprozent Wasserzusatz auch noch in 1.5 bis 3 mm breiter Zone dicht über der Eintauchsgrenze. Hierüber als Endzone, auch mit dem Wasserzusatze, allerdings nur unbedeutend zunehmend, liegt eine wie Pergamentpapier durchscheinende Endzone von 322 bis 340 mm.

Bei Luftverdünnung zeigt also die Eintauchszone ziemlich gleichen Charakter wie unter Luftdruck; aber in dem über der Eintauchsgrenze befindlichen Streifteile fällt beim Versuche unter Luftverdünnung die wie Pergamentpapier aussehende unter Luftdruck entstehende Zone ganz weg, während die wie Filtrierpapier aussehende zum Beispiele für abgerahmte Vollmilch 40 mal, bei 20 Volumprozent Wasser 24 Mal, bei 40 Volumprozent und 60 Volumprozent Wasser 14 Mal länger bei Luftverdünnung wie unter Luftdruck ausfiel.

Bei allen von mir bis jetzt untersuchten Milchen, seien sie Vollmilch, abgerahmte oder mit mehr oder weniger Wasser verdünnte Milch, zeigte sich zu oberst im Capillarstreif ein von Eisenoxyd herrührender, mehr oder weniger lebhafter gelber bis nur spurenweise gelblicher Rand, der durch mit etwas Salzsäure angesäuerte Ferrocyankaliumlösung mehr oder weniger bläulich wird. Es beweist diese sehr hoch im Capillarstreif gelegene Eisenoxydzone, dass das Eisen in einer sehr leicht capillarisch wandernden Form in der Milch enthalten ist. Dem Eisengehalte der Milch, welchen **v. Bunge** zu 0.0035 Gramm als Eisenoxyd für 1000 cc Milch bestimmt hat[1]), muss eine Bedeutung für die Ernährung zugesprochen werden.

Dass der gelbe Eisenoxydrand nicht etwa von Unreinigkeiten im Filtrierpapiere herrührt, zeigt sich dadurch, dass er auch bei Anwendung sorgfältigst mit verdünnter Salzsäure gereinigten Filtrierpapiers zum Vorscheine kommt.

Ich hatte schon in verschiedenen früheren Publikationen auf diesen capillar-analytischen Nachweis des Eisens in der Milch hingewiesen. Auch sonst trifft man solche gelben Eisenoxydrandzonen, welche leicht von

[1]) *G. v. Bunge,* Physiologie des Menschen.

solchen organischer Natur zu unterscheiden sind, bei capillar-analytischen Untersuchungen an. So z. B. zeigt sich in allen Fällen, wo die Wässer nur eine höchst geringe Eisenmenge, wohl meist in Form von Eisenbicarbonat enthalten, weit oben im Streif, je nach der Menge des Eisens, eine spurenweise bis ziemlich lebhaft ockergelbe schmale Zone, welche beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure und etwas Ferrocyankaliumlösung die charakteristische blaue Eisenreaktion gibt und auch mit den anderen bekannten Reagentien auf Eisen reagiert. Das im Wasser gelöste Ferrosalz, respektive Ferrobicarbonat, wandert mit dem Wasser und den anderen darin gelösten Salzen im Capillarmedium sehr weit empor, verliert aber unterwegs das zweite Molekül Kohlensäure und verwandelt sich in Ferrocarbonat, das sich zu ockergelbem Ferrihydroxyd oxydiert. Ganz anders wie die gewöhnlichen zum Trinken oder zu sonstigen, ökonomischen oder industriellen Zwecken verwendeten Wässer verhalten sich die Eisenmineralwässer, welche bei der Capillaruntersuchung mehr oder weniger ausgedehnte gelbliche bis bräunliche auf Eisen reagierende Zonen geben. Ich verweise auf meine früheren Publikationen. [1])

Ich prüfte auch die von mir durch Zusatz der absolut nötigen Anzahl von Tropfen konzentrierter Salzsäure zu Vollmilch und abgerahmter Vollmilch, sowie zu ihren Verdünnungen mit Wasser erhaltene konzentrierte und verdünnte saure Molke.

---

[1]) Capillaranalyse, beruhend auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen etc., Verhandlungen der Naturf. Ges. zu Basel, Bd. XIV, 1901.

Anregung zum Studium der auf Capillaritäts- und Adsorptionserscheinungen beruhenden Capillaranalyse, Basel, 1906, Verlag von Helbing und Lichtenhahn.

Nach $8^1/_2$stündigem Capillarversuche bei 17 bis 18° Cels. mit offen im Glaskasten hangenden Filtrierpapierstreifen ergaben sich als Mittel von je 3 Versuchen:

für die saure Molke reiner Vollmilch 25.6 cm Steighöhe, von der Eintauchsgrenze an gerechnet, relative Steighöhe = (1)

für die saure Molke des Gemisches von

90 V %	Milch und	10 V %	Wasser	28.7 cm	(1.12)
70 „	„	30 „	„	30.4 „	(1.18)
60 „	„	40 „	„	33.8 „	(1.32)

Nach $18^1/_2$stündigem in derselben Weise angestelltem Capillarversuche mit saurer Molke derselben, aber durch 24stündiges Aufstellen abgerahmten Milch ergab sich als Mittel aus 5 Versuchsresultaten:

Für die saure Molke der abgerahmten Vollmilch 19 cm Steighöhe (1),

Für die saure Molke des Gemisches von 50 Volumprozent derselben abgerahmten Vollmilch und 50 Volumprozent Wasser 22.6 cm (1.19).

Es nahmen also bei reiner, wie bei abgerahmter Milch die Steighöhen ihrer sauren Molken mit der Zunahme des Wasserzusatzes zu. Ich beobachtete stets bei saurer Molke je nach dem Grade ihrer Verdünnung mit Wasser geringere oder stärkere urangrünliche Fluoreszenz.

Ob meine Beobachtungen zur Hoffnung einer Anwendung der Capillaranalyse für die praktische Milchkontrolle berechtigen, werden weitere ausgedehntere Versuche zeigen. Da ich mich seit 1866 sehr viel mit praktischer Milchprüfung beschäftigt hatte, so habe ich bei meinen capillaranalytischen Untersuchungen, aus wissenschaftlichem Antriebe, dem Verhalten der Milch meine Aufmerksamkeit geschenkt. In zweiter Linie kommt nun die Frage, ob etwas für die praktische Anwendung der gewonnenen Resultate werde herauskommen können.

Indem ich schliesse, hebe ich nochmals hervor, dass zu den mit theoretischen Fragen zusammenhängenden Capillarversuchen, sowie zu vergleichenden capillaranalytischen Versuchen ein und dasselbe möglichst chemisch reine, gleichförmig hergestellte Filtrierpapier zur Verwendung kommen muss[1]), dass aus obigen neueren Untersuchungen wiederum die hohe Empfindlichkeit der auf Capillarität und Adsorption beruhenden Trennung nebeneinander in Lösung befindlicher Körper, welche nun in ihren spezifischen Zonen entweder schon dem blossen oder verschärften Auge oder durch chemische Reaktionen, Spektral- und Fluoreszenzanalyse erkennbar sind, hervorgeht[2]), dass die Capillaranalyse, bei welcher vergleichende Versuche sehr zu empfehlen sind, nach verschiedenen Richtungen hin, in der technischen[3]), pharmazeutischen, toxikologischen, Nahrungs- und Genussmittelchemie, in der physiologischen und pathologischen Chemie, sowie in der vergleichenden Physiologie, wo es sich oft um Nachweis geringster Spuren von Körpern handelt, Verwendung finden kann.

Ob die mit Filtrierpapierstreifen oder mit analogen Capillarmedien angestellten Capillarversuche auch für die physikalische Chemie Anwendung finden können, wird die Zukunft lehren.[4])

[1]) Text, Seiten 2—6; Textbeleg, Tafeln 1—15 und 50—52.

[2]) Text, Seiten 6—15; Textbeleg, Tafeln 16—31.

[3]) Text, Seiten 52—80; Textbeleg, Tafeln 46—49.

[4]) Text, Seiten 15—52; Textbeleg, Tafeln 32—45.



Textbelege.

I. Einfluss verschiedener Filtrierpapiersorten auf die Grösse der Steighöhe.

Tafel 1.

1. 24-stündige bei 14—16⁰ Cels. im geschlossenen Glaskasten angestellte Capillarversuche mit 3 cm tief in je 30 cc **destilliertes Wasser** eintauchenden 2 cm breiten freihangenden Streifen von 9 verschiedenen Filtrierpapieren der Fabrike von Herren Carl Schleicher & Schüll, Düren, Rheinlande. Die Steighöhen wurden vor und nach dem Trocknen der Streifen an der Luft gemessen.

Fabriknummer des Filtrierpapiers	**Steighöhen von der Eintauchsgrenze an vor dem Trocknen des Streifs in cm**	**Relative Steighöhen**		**Steighöhen von der Eintauchsgrenze an nach dem Trocknen des Streifs in cm**	**Relative Steighöhen**		**Differenz der Steighöhen vor und nach dem Trocknen in mm**
595 Beste Qualität	31.8 cm	1		31.57 cm	1		2.3 mm
602 Extra hart	33.1	1.04		32 83	1.04		2.7
581	36.3	1.11		36	1.14		3
602 Hart	36.5	1.14		36.23	1.147		2.7
Rolle	37	1.16		36.71	1.16		2.9
597 Beste Qualität	38.7	1.21		38.47	1.21		2.3
591 Beste Qualität	46.3	1.45		46.07	1.46		2.3
604	47.2	1.48		46.93	1.48		2.7
598 Beste Qualität (von mir angewandt.)	49.2 cm	1.54		48.97 cm	1.55		2.3 mm

Nach dem Trocknen waren die Steighöhen in den 9 Filtrierpapieren 2.3 bis 3 Millimeter niederer wie vor dem Trocknen.

2. 24-stündige bei 13.5—16° Cels. in geschlossenem Glaskasten angestellte Capillarversuche mit 3 cm tief in je 30 cc des **Aethylalkohols** und seiner **Mischungen mit destilliertem Wasser** eintauchenden 2 cm breiten freihangenden Streifen von 9 verschiedenen Filtrierpapieren derselben Fabrike.

Fabriknummer des Filtrierpapiers	Steighöhen von der Eintauchsgrenze an in Centimetern:				Minutensteighöhen in mm beim 90 Volumprozentigen Aethylalkohol
	100 Volumprozentiger Aethylalkohol	90 Volumprozentiger Aethylalkohol	70 Volumprozentiger Aethylalkohol	50 Volumprozentiger Aethylalkohol	
602 Extra hart	—	11.05 cm	13 cm	—	0.07 mm
595 Beste Qualität	—	13	13.6	—	0.09
Rolle	—	14.2	15.5	—	0.098
602 Hart	14.15 cm	15.6	17.9	18.6 cm	0.108
581	—	15.95	16.7	—	0.11
597 Beste Qualität	14.4	20.8	—	21.6	0.14
604	—	23.5	24.1	—	0.16
591 Beste Qualität	24.12	25.7	26.5	27	0.178
598 Beste Qualität	23.2 cm	25.8 cm	—	26.7 cm	0.179 mm

Die Steighöhen in den verschiedenen Filtrierpapiersorten nehmen mit dem Grade der Verdünnung des Aethylalkohols zu.

3. 24-stündige bei 14—16 ° Cels. in geschlossenem Glaskasten angestellte Capillarversuche mit 3 cm tief in je 30 cc sehr verdünnte leise rötlich gefärbte **wässerige Eosinlösung** eintauchenden 2 cm breiten freihangenden Streifen von 9 verschiedenen Filtrierpapieren derselben Fabrike.

Fabriknummer des Filtrierpapiers	Wasser			Fabriknummer des Filtrierpapiers	Eosin	
	Steighöhen des Wassers von der Eintauchsgrenze an in cm	Minutensteighöhen in mm			Steighöhen des Eosins von der Eintauchsgrenze an in cm	Minutensteighöhen des Eosins in mm
602 Extra hart	31.08 cm	0.215 mm		602 Extra hart	7.3 cm	0.050 mm
595 Beste Qualität	31.3	0.217		581	8.2	0.057
602 Hart	35.4	0.245		602 Hart	9.3	0.064
581	36.4	0.252		595 Beste Qualität	12.4	0 086
Rolle	36.6	0.254		Rolle	13.4	0.093
597 Beste Qualität	39.3	0.272		591 Beste Qualität	15.8	0.109
591 Beste Qualität	45.1	0.313		597 Beste Qualität	18	0.125
604	46.98	0.326		598 Beste Qualität	20.7	0.143
598 Beste Qualität	47.66 cm	0.331 mm		604	23 cm	0.159 mm

Die nach dem Wachsen der Steighöhe geordnete Reihenfolge der Filtrierpapiere war fast die gleiche wie bei den Versuchen mit destilliertem Wasser und mit Aethylalkohol, sowie mit dessen Mischungen mit Wasser. Die Eintauchszonen zeigten bei den neun Papieren nur Hochspur von Färbung. Je nach der Beschaffenheit des Papiers zog sich aber eine sehr leise rötliche Färbung mehr oder weniger im Streif empor.

4. 24-stündige Capillarversuche mit einer gemischten sehr stark verdünnten wässerigen Lösung von **Methylenblau, Azorubin, Malachitgrün** und **Naphtolgelb** mit 16 verschiedenen Filtrierpapiersorten derselben Fabrike.

Papiersorte	Eintauchszone 3 cm	Von der Eintauchsgrenze an aufgezählte Zonen in cm	Totalsteighöhen in cm	Minutensteighöhen in mm
581	2.6 cm violettlichblau, darüber 0.4 hellrosa.	0.4 cm hellrosa — 7 grünlicher Hochschein — 0.05 grünlicher Schein — 0.05 cm gelblich.	7.5 cm	0.052 mm
602 Extra hart	s. s. hell violettlich-bläulich.	1.1 cm s. s. hell-violettlich-bläulich — 0.7 Rosaschein — 6.2 Rosahochschein — 0.02 grün — 0.05 farblos — 0.02 cm grün	8.09	0.056
601	2.15 s. s. s. h. blauviolettlich, 0.5 Rosahochschein, 0.35 farblos	8.25 cm farblos — 0.15 gelblich — 0.4 Rosahochschein — 0.02 bräunlich violettlich gelblich.	8.82	0.061
602 Hart	bläulicher Hochschein	1.55 cm bläul. Hochschein — 0.85 Rosaschein — 5.8 Rosahochschein - 0.02 lebh. grün — 0.1 grünl. Schein — 0.02 grün — 0.75 farbl. — 0.02 grün.	9.11	0.063
575	2.7 cm lebh. blauviolett, darüber 0.3 rosa	0.3 cm rosa — 9.2 grünlicher Hochschein fast farblos — 0.05 s. hellgrünlich — 0.05 zieml. lebh. gelborange.	9.60	0.066
566	2.6 cm ziemlich lebh. blauviolett, darüber 0.4 rosa	0.6 cm rosa — 11.15 farbl. — 0.02 grün — 0.2 farbl. — 0.02 cm orangegelb.	11.99	0.083
Amyliertes Papier	ziemlich lebh. blauviolett	0.2 cm zieml. lebh. blauviolett — 1.3 rosa — 12.1 farblos — 0.02 grün lebhaft — 0.1 lebh. orangegelb.	13.72	0.095
595	lebhaft blauviolett	0.1 cm lebh. blauviolett — 1.05 rosa — 13.15 farblos, oben s. s. s. hell rosa — 0.02 grün — 0.3 farblos — 0.1 lebh. orangegelb.	14.72	0.102
597	2.8 cm lebh. blauviolett, darüber 0.2 rosa	1.3 cm rosa — 15.75 farblos — 0.1 grünlich s. s. hell — 0.02 zieml. lebh. grün — 0.5 farblos — 0.1 lebh. gelb.	17.77	0.123
Frühere Sendung	hellblauviolett	0.2 cm hellblauviolett — 1.6 hellrosa — 16.6 farblos — 0.1 gelblicher Schein — 0.05 grün — 0.3 farblos — 0.05 lebh. gelb.	18.9	0.131
600 graulich gelblich	grauviolett	0.7 cm grauviolett — 20.5 Farbe des Papiers — 0.1 lebh. gelb.	21.3	0.147
520	blauviolett	0.5 cm blauviolett — 2 s. s. hellrosa — 18.5 farblos — 0.1 gelb — 0.5 farblos — 0.1 lebh. gelb.	21.7	0.15
591	graulichviolett bläulich	0.5 cm graul. viol. bläul. — 0.65 Rosaschein — 20.7 farbl. — 0.25 cm gelb.	22.1	0.153
604	2.85 cm zl. lebh. blauviol., darüber 1.5 zl. lebh. rosa	1.65 cm ziemlich lebh. rosa — 20.3 farblos — 0.2 grünlich — 0.5 farblos — 0.15 cm gelb.	22.8	0.158
598	2.7 zieml. lebh. blauviolett, darüber 0.3 rosa	0.95 cm rosa — 24.7 farblos — 0.05 gelb — 0.45 farblos — 0.25 cm gelb.	26.4	0.183
571	hellblauviolett	1.1 cm Rosaschein — 33.4 farblos — 0.1 gelb — 0.8 cm s. s. s. hellgelbl.	35.4 cm	0.245 mm

5. 69-stündige Capillarversuche mit einer gemischten wässerigen Lösung von **Säurefuchsin, Naphtolgelb, wasserlöslichem Blau** und **Aethylgrün**, in welche Streifen acht verschiedener Filtrierpapiersorten derselben Fabrike 5 cm tief eintauchten.

Papiersorte	Eintauchszone 5 cm	Von der Eintauchsgrenze an aufgezählte Zonen in cm	Totalsteighöhen in cm	Minutensteighöhen in mm
602 Extra hart	azurblau	7.7 cm azurbl., gegen oben lebh. — 11.6 bläul. mit grünl. Schein, zuoberst grün — 0.7 hell rosa — 0.2 lebh orangegelb — 0.8 hell rosa	21 cm	0.05 mm
595 Beste Qualität	lebhaft grünblau	6.1 cm lebh. grünblau, zuoberst mehr blau — 5.7 s. s. hellbläulich — 11.1 fast farbl., gegen oben Rosaschein — 0.35 Rosa — 0.25 ziegelrötl. — 0.3 lebh. orangegelb — 0.5 lebh. rosaviolett — 1.05 cm Rosaschein.	25.35	0.061
581	azurblau	1.5 cm grünlich-azurblau — 9.5 hellbläulich — 6.5 blauer Schein — 8.2 fast farblos, gegen oben rötlicher Schein — 0.65 Rosaschein — 0.25 ziemlich lebh. rosa — 0.2 lebh. orangegelb — 0.25 rosaviolett — 0.25 cm ziemlich lebh. rosaviolett.	27.3	0.066
602 Hart	azurblau	4.3 cm azurblau — 6 lebh. azurblau — 7.85 bläulich mit grünem Stich — 8.5 grün, nach oben mehr als unten — 0.4 gelbrötlich — 0.4 rosa — 0.2 lebh. orangegelb — 0.65 cm sehr lebh. rosaviolett.	28.3	0.068
Rolle	lebhaft azurblau	0.2 cm lebhaft azurblau — 0.1 s. lebh. blau — 8.1 hellblauviolettlich — 13.8 s. s. s. hellblauviolettlich — 6.1 fast farblos, bläulicher Hochschein, am Rande violett — 0.2 lebh. orangegelb — 0.2 violettlich rosa — 0.2 lebh. orangegelb — 0.7 lebh. rosaviol. — 0.7 cm s. s. s. hellrosa.	30.3	0.073
591 Beste Qualität	ziemlich lebhaft blaugrün	0.7 cm ziemlich lebh. blaugrün — 0.15 s. lebh. blau — 7 hellblau grünlich — 4.4 leiseblaugrünlich — 10.5 nach oben zu immer mehr in's rötlich scheinende auslaufend — 13.3 rötlicher Schein — 2.35 s. s. s. h. rötlich — 0 25 ziegelrot — 0.2 s. lebh. orangegelb — 0.8 s. lebh. rotviolett — 0.45 cm sehr hellgelbrötlich.	40.2	0.0971
604	ziemlich lebhaft azurblau	10.45 cm ziemlich lebh. azurblau — 14.4 s. s. h. bläulich, an der Kante sehr hellrosa — 4.7 bläulicher Schein, hellrosa an der Kante — 1.9 fast farblos, rosa an der Kante — 7.4 farblos, gegen oben Rosaschein, am Rand lebhaft rot — 0.2 lebhaft orangegelb. — 0.2 lebh. rosaviolett — 0.35 lebh. orangegelb — 0.5 lebh. rosaviolett — 0.65 rosaviolettlich, — 0.7 cm Rosaschein.	41.45	0.100
598 Beste Qualität	sehr lebhaft blaugrün	2.1 cm s. lebh. blaugrün — 6.9 zieml. lebh. violettl. blau — 13.8 s. s. h. bläul. — 4.2 bläul. Schein — 12.15 rötl. Hochschein — 2.4 s. s. s. hellrosa — 0.1 ziegelrot — 0.2 lebh. orangeg. — 0.3 cm lebh. rotviol.	42.15 cm	0.101 mm

II. Einfluss der Lage des Filtrierpapierstreifs auf die Steighöhe. Tafel 6.

Capillarversuche mit zwischen in verschiedener Lage befindlichen Doppelglaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen, welche unten noch 1.2 cm frei an der Luft hingen und mit ihrem 4.8 cm langen Ende in die wässerige Lösung von **Kaliumsulfat** tauchten, die im Liter 1/10 Molekulargewicht in Grammen des chemisch reinen kristallisierten Salzes enthielt. Die Steighöhen zählen von der Eintauchsgrenze an.

Lage der die Filtrierpapierstreifen einschliessenden Doppelglaslineale	Capillarsteighöhen nach															
	30′	60′	90′	120′	150′	180′	210′	1125′	1185′	1425′	1545′	2565′	2865′	3045′	3900′	4890′
Senkrechte Lage Steighöhe in cm	15.4	20.1	23.5	25.9	28	28.9	31.1	45.3	45.3	45.6	45.7	46	46	46	46.3	46 3
Minutensteighöhe in mm	5.1	1.5	1.1	0.8	0.7	0.3	0.7	0.15	0	0.01	0.008	0.002	0	0	0.003	0
53.9 Grad Steigung Steighöhe in cm	18.6	24.2	27.5	30.5	33	35.2	37	54.9	55.6	56.5	56.9	57.3	57.3	57.3	57.5	57.5
Minutensteighöhe in mm	6.2	1.8	1.1	1	0.8	0.7	0.6	0.19	0.11	0.03	0.03	0.003	0	0	0.002	0
Horizontale Lage Steighöhe in cm	18.5	25.3	30.9	35.4	39.4	43	46.1	92.8	96	101.1	103.5	113.6	115.4	115.9	116.5	116.5
Minutensteighöhe in mm	6.1	2.2	1.8	1.5	1.3	1.2	1	0.5	0.5	0.2	0.2	0.09	0.06	0.02	0.007	0
2 Grad Senkung Steighöhe in cm	19.3	26.8	33	38.1	42.6	46.7	50	100.7	104.6	109.7	112.6	126.3	128.7	129.4	130.3	130.3
Minutensteighöhe in mm	6.4	2.5	2	1.7	1.5	1.3	1.1	0.55	0.6	0.2	0.2	0.13	0.08	0.03	0.01	0
13 Grad Senkung Steighöhe in cm	19	26.3	32	57	41.5	46.6	50.3	117.3	117.7	119.2	122.7	141.1	144.6	146	148.1	148.8
Minutensteighöhe in mm	6.3	2.4	1.9	1.6	1.5	1.7	1.2	0.7	0.06	0.06	0.29	0.18	0.1	0.08	0.02	0.007
25 Grad Senkung Steighöhe in cm	19.6	27.9	34.7	40.5	46	51.1	54.8	138.3	145.4	158.8	164.2	192.9	197.6	199.4	200	200
Minutensteighöhe in mm	6.5	2.7	2.2	1.9	1.8	1.7	1.2	0.9	1.1	0.5	0.4	0.28	0.15	0.1	0.007	0

Das Salz stieg mit dem Wasser bis zu oberst.

III. Capillarversuche mit zwischen senkrecht stehenden Glaslinealen befindlichen Filtrierpapierstreifen.

Das vordere Glaslineal ist in Millimeter eingeteilt.

Tafel 7.

1. 3-fache Capillarversuche bei 16—18° Cels. mit 3 cm tief in **destilliertes Wasser** eintauchenden, zwischen Glaslinealen befindlichen, Filtrierpapierstreifen. Die Steighöhen von der Eintauchsgrenze an waren bei den 26 Versuchen nach verschiedenen Zeitperioden die folgenden:

Versuche	nach 30 Minuten			nach 60 Minuten			nach 240 Minuten			nach 300 Minuten			nach 360 Minuten			nach 420 Minuten			nach 480 Minuten			nach 1440 Minuten = 24 Stunden		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1—3	20.4	20.5	20.2	25	24.7	24.4	36.9	35.9	36.2	38.8	37.9	38.5	40.4	39.5	40.4	41.5	40.7	41.7	43	42.2	43.5	51.9	50.4	53
4—6	20	19.6	20.9	24.3	24	24.5	35.7	36	35.9	37.8	38.1	37.9	39.6	40	39.6	40.9	41.4	40.9	42.4	43.2	42.5	52.2	52.8	51.5
7—9	18.6	19.2	20.9	22.9	23.3	25.3	34.3	34.3	37.4	37	36.8	39.4	38.8	38.5	41.1	40.1	39.7	42.3	41.7	41.2	44	50.6	50 4	51
10—12	19.6	19.8	19.9	23.8	24.1	24	35.8	36.4	35.9	37.9	38.6	38	39.7	40.5	39.7	41.1	41.7	41	42.9	43.6	42.6	52.3	53	52.2
13—15	19.3	19.1	20.6	23 7	23.5	24.7	35.7	36.3	35 5	37.8	38.5	37.3	39.5	40.4	39	40.7	41.7	40.1	42.5	43.4	41.6	51.9	53	49.5
16—18	19.7	20.1	21.2	24	24.5	25.4	35.4	36.3	36.8	37.2	38.3	38.7	38 8	40.1	40.3	40	41.5	41.5	41.5	43.1	42.9	50.2	53	50.9
19—21	19.1	19.6	20.5	23.5	24	24.7	35.8	36	35.6	37.8	38	37.5	39.6	39.7	39	40.9	41.1	40.1	42.6	42.7	41.4	52.6	51.7	
22—24	15.4	15.5	16.8	19.7	20.2	21.9	32.3	32.2	34.9	34.7	34.9	37.1	36.7	36.8	39.1	38.2	38.1	40.6	40	39.4	42.5	48.6	48.7	51.9
25—26	16.1	15.4		21.1	20.2		34	32.8		36.2	35		38.3	36.8		39.7	38.2		41.6	40		51.2	48.8	

Mittel aus 26 Versuchen, I. der Steighöhe nach 24 Stunden: 51.3 cm, II. der Minutensteighöhen innerhalb 24 Stunden: 0.356 mm.

2. Vergleichende Capillarversuche mit lose und satt anliegenden Glaslinealen mit **destilliertem Wasser**, bei 17—18° Cels.

		Steighöhen nach:							Minutensteighöhen innerhalb 8 Std.
		1 Std.	2 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.	8 Std.	
A. Versuche mit **satt** aneinander liegenden Glaslinealen.	1	24.4 cm	30.2 cm	37.4 cm	39.8 cm	42.3 cm	43.8 cm	45.2 cm	
	2	24.2	30.3	37.4	39.8	42.3	43.8	45.2	
	3	25.1	30.8	38	40.3	43.1	44.6	46	
	im Mittel der 3 Versuche	24.5 cm	30.4 cm	37.6 cm	39.9 cm	42.5 cm	44 cm	45.4 cm	0.94 mm
B. Versuche mit **lose** aneinander liegenden Glaslinealen	1	24.4 cm	29.9 cm	36.3 cm	38.4 cm	40.4 cm	41.6 cm	42.7 cm	
	2	24	29.2	35.5	37.5	39.3	40.5	41.7	
	3	24.2	29.5	36.2	38.3	40.4	41.3	42.9	
	im Mittel der 3 Versuche	24.2 cm	29.5 cm	36 cm	38.1 cm	40 cm	41.1 cm	42.4 cm	0.88 mm

3\. Capillarversuche (bei 17 ° Cels.) mit einer Lösung von $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in Grammen des chemisch reinen kristallisierten **Natronsulfats** ($Na^2 SO^4 + 10 H^2 O$) im Liter, sowie mit 96 prozentigem **Aethylalkohol.**

Versuchsreihe A.

Die 3.2 cm breiten Glaslineale samt dem dazwischen liegenden 2 cm breiten Filtrierpapierstreif tauchten 5 cm tief in die Flüssigkeit ein.

Wegen der Capillarwirkung zwischen Glas und Flüssigkeit nicht empfehlenswerte Arbeitsweise.

1) Mit Natronsulfatlösung:

nach **60 Minuten**	nach **240 Minuten**	nach **300 Minuten**	nach **420 Minuten**
20.9 cm	34.8 cm	36.6 cm	40.5 cm

2) Mit Aethylalkohol von 96 %:

nach **60 ′**	nach **240 ′**	nach **300 ′**	nach **420 ′**
18.2 cm	26.5 cm	27.7 cm	29.6 cm

Versuchsreihe B.

Die Glaslineale tauchten nicht in die Flüssigkeit ein. Der Filtrierpapierstreif ragte 6 cm frei hervor, wovon 5 cm in die Flüssigkeit tauchten, 1 cm frei an der Luft war.

Dieser Arbeitsweise ist der Vorzug zu geben.

1) Mit Natronsulfatlösung:

nach **60 Minuten**	nach **240 Minuten**	nach **300 Minuten**	nach **420 Minuten**
21.5 cm	33.9 cm	36.1 cm	40 cm

2) Mit Aethylalkohol von 96 %:

nach **60 ′**	nach **240 ′**	nach **300 ′**	nach **420 ′**
14.8 cm	23 cm	24.1 cm	25.9 cm

IV. Einfluss der Länge der Eintauchszone auf die Steighöhe.

Tafel 10.

2-stündige Capillarversuche mit freihangenden ungleich tief in destilliertes Wasser eintauchenden Filtrierpapierstreifen (bei 15—16 ° Cels.)		
Länge der Eintauchszone in cm	**Mittlere Steighöhen aus je 3 Versuchen von der Eintauchsgrenze an in cm**	**Minutensteighöhen innerhalb 2 Stunden in mm**
3	26.57	2.21
2.5	26.87	2.239
1.5	26.88	2.24
1	26.6	2.216
0.5	25.28	2.106

V. Einfluss des trockenen und feuchten Zustands des Capillarmediums auf die Steighöhe.

Tafel 11.

Vergleichende zweifache Capillarversuche mit verschiedenen trockenen und angefeuchteten Fasern, deren Streifen in **verdünnte Azorubinlösung** eintauchten.

	Trockener Streif		Feuchter Streif		Unterschied der Steighöhen in trockenen und feuchten Streifen in cm
	Zonen von unten nach oben in cm	**Total-steighöhe in cm**	**Zonen von unten nach oben in cm**	**Total-steighöhe in cm**	
Pergament-papier	3.8 cm rosa — 0.1 leise rot	3.9 cm	4.6 cm rosa — 0.2 leise rot	4.8 cm	0.9 cm
Wollzeug	6.1 cm lebh. rot	6.1	9.5 cm rot — 9 farblos	18.5	12.4
Baumwoll-zeug	7.6 cm rot — 0.2 dunkelrot	7.8	10.3 cm rot — 0.2 dunkelrot	10.5	2.7
Seidenzeug	6.8 cm lebh. rot — 11.3 farblos	18.1	7.7 cm lebh. rot — 18.4 farblos	26.1	8
Filtrierpapier	23.4 cm lebh. rot	23.4	33.2 cm lebh. rot	33.2	9.8
Leinenzeug	29.5 cm rot — 2.2 farblos	31.7 cm	37 cm rot — 6.5 farblos	43.5 cm	11.8 cm

Capillarversuche unter gewöhnlichem Luftdruck

A. Verschiedene Konzentrationen einer

Zweistündiger

Gehalt von 4o cc Lösung in Milligramm an Alizarin	Absoluter Alizarin-Gehalt	Eintauchs-Zone von 3 cm	bei gewöhnlichem Luftdruck Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Total-steighöhe in cm
20 Milligramm	$\frac{1}{2000}$	ledergelb	1.6 cm ledergelb — 1.2 ziegelrote Kriställchen — 0.2 violett — 0.2 ziegelrot — 0.2 ockergelb — 0.1 ziegelrot — 0.1 fast farblos — 0.15 ziegelrötlich — 0.15 rötlicher Schein — 0.3 ziegelrötlich — 1.9 ockergelb — 0.3 s. hellviolettlich.	6.4
15 Milligramm	$\frac{1}{2666}$	ledergelb	4.05 cm ledergelb — 0 7 weit auseinander liegende rötliche Kriställchen — 0.25 lebhaft grauviolett — 0.7 zinnoberrot — 1.1 lebhaft ledergelb — 0.65 violettlich.	7.45
10 Milligramm	$\frac{1}{4000}$	ledergelb	2.8 cm ledergelb — 0.2 zinnoberrötlich mit gelbem Stich — 0.3 ledergelb — 0.35 zinnoberrötlich — 0.35 violettlichgraulich — 0.85 graulichrötlich — 1 ledergelb — 0.4 s. s. hellviolettlich.	6.25
5 Milligramm	$\frac{1}{8000}$	sehr hell ledergelblich	4.4 cm s hellledergelblich — 0.1 lebhaft violett mit graulichem Stich — 0.5 hellgraulichviolettlich — 0.65 hellzinnoberrot — 0.9 ledergelblich — 0.4 s. hellviolettlich.	6.95

B. Wässerige Lösung von

	Eintauchs-Zone von 3 cm	bei gewöhnlichem Luftdruck Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Total-steighöhe in cm
	blau	3.05 cm blau — 9.75 s. s. sehr hellgelblich — 0.05 s. lebhaft gelb — 0.15 lebhaft gelb — 0.05 s. lebhaft gelb.	13.05

und bei Luftverdünnung in Filtrierpapierstreifen.

alkoholischen Alizarinlösung.

Capillarversuch.

Gehalt von 40 cc Lösung in Milligramm an Alizarin	Absoluter Alizarin-Gehalt	Eintauchs-Zone von 3 cm	bei Luftverdünnung Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Total-steighöhe in cm
20 Milligramm	$\frac{1}{2000}$	ledergelb	4.7 cm ledergelb — 0.2 ziegelrote kristallinische Ablagerung — 0.35 spärlich ziegelrote kristallinische Ablagerung — 0.3 schmutzig graulichviolett — 0.4 schmutzigziegelrot — 0.75 ledergelblich mit rötlichem Hochschein — 0.5 lebhaft gelb — 0.15 s. s. hellviolettlich — 0.05 s. lebhaft violett. — 0.35 gelblicher Hochschein.	7.75
15 Milligramm	$\frac{1}{2666}$	saumon-rötlich gelblich	5.3 cm saumonrötlichgelblich — 0.2 blauviolett — 0.15 bräunlichockerrot — 0.35 zinnobersaumonrot — 0.2 rötlichgelb — 0.6 Rosaschein — 0.05 rotviolett — 0.3 farblos — 0.25 gelblicher Hochschein — 0.35 farblos.	7.75
10 Milligramm	$\frac{1}{4000}$	leder-gelblich mit rötlichem Hochschein	5.35 cm ledergelblich mit rötlichem Hochschein — 0.2 lebhaft ockerbräunlichrot — 0.5 zinnoberrot — 1.2 hellledergelb — 0.05 lebhaft rotviolett — 0.15 hellviolett — 0.45 fast farblos, gelblicher Hochschein.	7.9
5 Milligramm	$\frac{1}{8000}$	leder-gelblich	4.8 cm ledergelblich — 0.5 ziemlich dicht beisammenliegende ziegelrote Kriställchen — 0.25 graulichviolett — 0.4 ziegelrot — 0.7 s. s. hellockergelblich — 0.5 lebhaft ockergelb — 0.05 violett — 0.2 farblos — 0.2 gelblicher Schein.	7.6

Methylenblau und Pikrinsäure.

	Eintauchs-Zone von 3 cm	bei Luftverdünnung Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Total-steighöhe in cm
	blau	2.7 cm blau — 16 unten farblos, nach oben hin nach und nach in Hochschein von Pikrinsäuregelb übergehend — 1.75 ziemlich lebhaft pikrinsäuregelb — 2.5 hellpikrinsäuregelblich — 1.15 pikrinsäuregelb.	27.1

VII. Einfluss des Mordancierens der Gewebefaser auf die Steighöhe.

1. 24-stündige Capillarversuche mit verschiedenartig gebeizten Streifen von Baumwollzeug, sowie mit Streifen von ungebeiztem Baumwollzeuge, Leinen, Wolle, Seide und Filtrierpapier, welche je 3 cm tief in eine Lösung von **0.125 Gramm Alizarin in 1000 cc absoluten Alkohols** vom absoluten Alizaringehalte $\frac{1}{8000}$ eintauchten. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Reihenfolge nach zunehmender Steighöhe.

Baumwollzeug bedruckt mit	Eintauchszone 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhe in cm
Schwacher Aluminiumbeize	lebhaft krapprosa	4.3 cm lebhaft krapprosa — 2.2 gelblich krapprot — 0.8 krapprosa — 0.6 Krapprosaschein — 3.85 gelblicher Hochschein — 0.1 gelb.	11.8 (6)
Starker Aluminiumbeize	lebhaft krapprosa	3.5 cm lebhaft krapprosa — 3 lebhaft krapprosa — 0.6 hell krapprot — 2.9 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 gelb	10.2 (3)
Schwacher Eisenbeize	krappviolett	4.1 cm krappviolett — 1.85 kupferrötlichviolett — 0.75 kupferrötlich — 0.6 violett — 0.8 hellviolett — 3.75 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockergelb.	12 (7)
Starker Eisenbeize	zebrabraun	2.9 cm zebrabraun — 0.8 bräunlichviolett — 1.8 dunkelrotbraunviolett mit Kupferstich — 0.8 lebhaft violett mit Kupferstich — 0.6 violett — 5.3 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockerbraungelb.	12 (7)
Eisen- und Aluminiumbeize	krapprosa	3.4 cm krapprosa — 2.25 krapprot — 0.6 hellviolett — 0.5 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 gelb.	11.3 (4)
Cerbeize	lebhaft violett	2 cm lebhaft violett — 2 sehr dunkelviolett — 0.9 s. s. dunkelviolett — 0.8 hellviolett — 3 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockergelb.	8.8 (2)
Uranbeize	violettlich ultramarinblau	1.15 cm violettlich ultramarinblau — 1.3 lebhaft violett — 2.1 violettlich braun kupferfarbig — 0.4 lebhaft kupferfarbig — 0.4 dunkelgraubraun violett. — 0.5 lebhaft violett — 0.3 hell violett — 4.9 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockerfarbig — 0.6 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockergelb.	11.85 (6)
Chrombeize	graulichviolett	1.9 cm graulichviolett — 0.8 rötlichviolett — 1.7 ziegelrötlich — 0.7 lebhaft kupferziegelrot — 0.8 violett.	5.9 (1)
Nickelbeize	violett	3.9 cm violett — 1.3 kupferrötlich — 0.75 lebhaft kupferrötlich — 1.8 rötlich violettlich — 4.4 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 bräunlich gelb — 0.2 gelblicher Schein — 0.1 gelblich.	12.5 (8)

Kobaltbeize	rötlichviolett	4.1 cm rötlich violett — 2 kupferrot — 1.3 lebhaft violett — 3.95 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.1 ockerbräunlich.	11.5 (5)
Zinnbeize	zinnoberrötlich	4.1 cm zinnoberrötlich — 2.25 lebhaft zinnoberziegelrot — 0.6 zinnoberziegelrot — 0.5 sehr hell zinnoberziegelrötlich — 4.2 farblos — 0.1 ockergelb — 0.2 farblos — 0.1 ockergelblich.	12 (7)

Ungebeizte Fasern	Eintauchszone 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhe in cm
Filtrierpapier	violettlich rötlicher Schein	0.3 cm gelblich — 1.25 rötlichsaumongelb, darüber saumongelb — 0.3 ziegelbräunlichrot mit violettlichem Schein — 0.1 lebhaft rötlichgelb — 0.1 fast farblos — 0.1 lebhaft rötlichgelb — 0.2 farblos — 0.1 lebhaft rötlichgelb — 0.2 ziegelbräunlichrot mit violettlichem Schein — 0.15 gelb — 0.5 gelblich sehr s. hell — 1.6 farblos — 0.1 ockergelb.	5.7 (2)
Baumwollzeug	gelb	2.1 cm gelb — 1.5 lebhaft goldgelb — 0.4 goldgelblich — 0.9 lebhaft goldgelb — 0.3 goldstichiges gelb — 0.4 gelb — 0.9 rötlicher Schein — 2.3 farblos — 0.15 gelblich.	12 (5)
Leinenzeug	s. s. hell graulich gelblich	1.4 cm s. s. hell graulichgelblich — 0.9 s. hellrötlich — 0.6 goldgelb — 0.2 rötlich — 0.7 hellgelb — 1.2 farblos — 0.1 ockerbräunlichgelb.	5.2 (1)
Seidenzeug	goldgelb strohgelb	2.8 cm goldstrohgelb — 1.3 goldgelb — 0.1 lebhaft goldgelb — 1 goldgelb — 0.65 s. h. goldgelblich — 2 farblos — 0.1 gelblich.	8.1 (3)
Wollzeug	lebhaft gelb	2.9 cm lebhaft gelb — 1.5 rötlichgelb — 0.15 gelb — 0.4 hell zinnoberrötlich — 0.9 gelb — 2.4 gelblich — 0.3 gelb.	8.5 (4)

2. 24-stündige Capillarversuche mit verschiedenartig gebeizten Streifen von Baumwollzeug, sowie mit Streifen von ungebeiztem Baumwollzeuge, Leinen, Wolle, Seide und Filtrierpapier, welche je 3 cm tief in eine Lösung von **0.125 Gramm Purpurin in 1000 cc absoluten Alkohols** vom absoluten Purpuringehalte $\frac{1}{8000}$ eintauchten.

Baumwollzeug bedruckt mit	Eintauchszone 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhe in cm
Schwacher Aluminiumbeize	ziemlich lebh. krapprosa	3.3 cm ziemlich lebhaft krapprosa — 2.9 lebhaft krapprot — 0.8 violettlichkrapprosa — 1.9 violettlichrosaner Hochschein — 0.1 cm ockergelbbraun.	9 (2)
Starker Aluminiumbeize	cochenillerosa	2 cm cochenillerosa — 1.1 cochenillerot — 1.2 dunkelcochenillerot — 1.4 lebhaft cochenillerot — 0.55 cochenillerosa — 4 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.15 gelb.	10.4 (5)
Schwacher Eisenbeize	violett	3.7 cm lebhafter violett — 1.3 s. lebhaft kupferrot — 2.1 dunkelviolett mit kupferrotem Stich — 0.5 hellviolett — 1.5 violetter Schein — 3.1 wie das gebeizte Zeug — 0.1 ockerbräunlich.	12.3 (7)
Starker Eisenbeize	lebh. rehbraun	1.7 cm lebhaft rehbraun — 0.95 lebhaft violettlichbraun — 0.8 dunkelbräunlich violett — 0.3 sehr dunkel bräunlichviolett — 1.6 sehr dunkelbraun — 0.9 etwas weniger dunkelbraun — 0.7 noch weniger dunkelbraun — 4.8 wie das gebeizte Zeug — 0.05 lebhaft ockergelbbraun.	11.8 (6)
Eisen- und Aluminiumbeize	krapprosa	1.6 cm krapprosa — 0.6 lebhafter krapprosa — 1 s. lebhaft cochenillekrapprot — 0.65 s. dunkelrot — 1.8 dunkelviolettlichrot — 0.7 rotviolett — 5.9 wie das gebeizte Zeug — 0.1 gelb.	12 35 (7)
Cerbeize	lebhaft violett	1.9 cm lebhaft rotviolett — 2.05 sehr lebhaft rotviolett — 1.2 s. lebhaft kupferrotviolett — 0.8 lebhaft violett — 2.4 gelblicher Schein — 0.1 lebhaft rostgelb — 0.9 gelblicher Schein — 0.8 s. hell rosa.	10.15 (4)
Uranbeize	s. hellviolett	0.7 cm s. hellviolett — 1.3 violett — 0.6 ziemlich dunkelviolett mit kupferrotem Stich — 3 dunkelkupferrot — 0.7 lebhaft violett — 0.85 violettlicher Hochschein — 1.8 gelblicher Schein — 0.1 s. lebhaft rostbraun — 0.5 gelblicher Hochschein — 0.05 ockergelblich.	9.6 (3)
Chrombeize	schmutzig graulich violettlich	0.8 cm schmutzig graulich violettlich — 1.3 dunkler graulich violettlich — 0.5 violettlich rötlich — 2.1 kupferrot — 1 schmutzig rötlich violettlich — 0.2 violett — 0.2 violettlich — 1.2 wie das gebeizte Zeug — 0.1 ockerbräunlichgelb.	7.4 (1)

Nickelbeize	rosa mit geringem violettlichem Schein	3.5 cm rosa mit geringem violettlichem Schein – 3.25 lebhaft ziegelrot — 2.55 rosaviolettlich, oben weniger stark — 3.05 gelblicher Hochschein — 0.05 ockergelblich — 2.9 gelblicher Hochschein — 0.15 gelb.	15.45 (9)
Kobaltbeize	krapprosa	1.7 cm krapprosa — 1.6 lebhafter krapprosa — 0.6 s. lebhaft krapprot mit kupferrötlichem Stich — 2.3 dunkelkrapprot mit kupferrötlichem Stich — 0.5 lebhaft violett — 1.3 violettlicher Schein — 4.1 wie das gebeizte Zeug — 0.1 sehr lebhaft ockergelbbraun.	12.2 (7)
Zinnbeize	hellcochenille-krapprosa	1.9 cm hellcochenillekrapprosa — 1.8 krapprosa — 3.5 sehr lebhaft krapprot mit kupferrotem Stich — 2.8 s. s. s. hell krapprosa — 2.4 Rosahochschein — 0.1 lebhaft ockerbraun.	12.5 (8)

Ungebeizte Fasern	Eintauchszone 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt, in cm	Totalsteighöhe in cm
Filtrierpapier	sehr hell violettlich-rosa	1.9 cm s. hell violettlichrosa — 0.7 bräunlichrot — 0.5 orangeockerbräunlich lebhaft — 0.4 bräunlich rötlich — 0.2 lebhaft saumonrot — 2.8 s. hell violettlichrosa — 0.8 Rosahochschein — 0.1 gelb.	7.4 (3)
Baumwollzeug	saumonrötlich	2.2 cm saumonrötlich — 1 ziegelsaumonrot — 0.6 sehr lebhaft ziegelsaumonrot — 0.9 lebhaft saumonziegelrot — 0.5 heller saumonziegelrot — 2.6 rosa — 0.1 ockergelb.	7.9 (4)
Leinenzeug	krapprosa	2.2 cm krapprosa — 1.1 ziemlich lebhaft ziegelrot — 0.2 sehr lebhaft ziegelrot — 0.7 ziegelrötlich — 1.65 s. s. hell krapprosa — 0.1 ockerrötlichgelb.	5.95 (1)
Seidenzeug	krapprosa, hell	0.9 cm krapprosa — 1 etwas lebhafter krapprosa — 1.5 lebhaft krapprot — 0.6 krapprötlich — 0.15 ziemlich lebhaft krapprötlich — 1.9 gelblicher Hochschein — 0.1 lebhaft gelb.	6.15 (2)
Wollzeug	krapprosa	5 cm krapprosa — 2.7 lebhaft krapprot — 3.4 etwas lebhafter krapprosa	11.1 (5)

3. 24-stündige Capillarversuche mit verschiedenartig gebeizten Streifen von Baumwollzeug, sowie mit Streifen von ungebeiztem Baumwollzeuge, Leinen, Wolle, Seide und Filtrierpapier, welche je 3 cm tief in eine Lösung von **0,00625 Gramm Alizarin und 0,00625 Gramm Purpurin in 1000 cc absoluten Alkohols** vom absoluten Alizaringehalte $\frac{1}{160000}$ und Purpuringehalte $\frac{1}{160000}$ eintauchten. Die Lösung war durch alkoholische Aetzkalilösung sehr leise alkalisch gemacht worden.

Baumwollzeug bedruckt mit	Eintauchszone 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt: in cm	Totalsteighöhe in cm	Aussehen des mit kochender Alaunlösung erhaltenen Auszugs des Streifs
Schwacher Aluminiumbeize	krapprosa, zu oberst sehr hell	3 cm hellkrapprosa · 1.1 hellviolett — 0.6 weinrot — 0.5 dunkeldahlia — 3.5 ziemlich lebhaft dahlia — 1 sehr dunkelblauviolett — 0.3 gelb.	10 (5)	lebhaft saumonrosa mit Fluoreszenz (Streif nach Auszug noch rot)
Starker Aluminiumbeize	hell krapprosa	2.8 cm hellkrapprosa — 0.9 s. s. hellviolettlichrosa — 0.9 dunkeldahlia — 0.4 dahlia — 0.4 s. helldahlia — 0.4 dahlia — 3.2 hellgelblich — 0.2 gelb.	9.2 (2)	rosa mit Fluoreszenz (Streif noch rot)
Schwacher Eisenbeize	krapprosa s. s. hell	2 cm krapprosa s. s. hell — 1.1 violettlicher Schein — 2.7 ziemlich lebhaft bläulichviolett — 0.9 dunkelviolett — 2.9 lebhaft blauviolett — 0.3 gelblich — 1.5 gelblich — 0.2 gelb.	11.6 (6)	lebhaft saumonrot mit Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)
Starker Eisenbeize	untere 1.1 cm violettbräunlich obere 1.9 cm dunkelviolett	7.4 cm Färbung des gebeizten Zeugs — 0.2 gelb	7.6 (1)	gelblich rötlich mit sehr geringer Fluoreszenz (Streif noch etwas blauviolett)
Eisen- und Aluminiumbeize	untere 2.5 cm s. s. h. krapprosa obere 0.5 cm mit gelbem Stich	3.3 cm s s. sehr hellkrapprosa mit gelbem Stich — 0.7 violettlich — 0.5 lebhaft violett — 0.8 sehr dunkelviolett — 0.9 lebhaft rotviolett — 0.6 violettlicher Schein — 4.8 gelblich, analog der Färbung des gebeizten Zeugs — 0.2 gelb.	11.8 (7)	schön ponceau mit sehr schöner Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)
Cerbeize	s. s. h. krapprosa	1.5 cm s. s. hellkrapprosa — 1.2 s. s. sehr hellviolettlich — 2.2 dunkelviolett — 1.3 s. hellviolett — 1.5 rosaviolettlicher Schein — 2 gelblicher Schein — 0.2 gelb.	9.9 (4)	saumongelblich ohne Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)
Uranbeize	s. s. h. krapprosa	2.5 cm s. s. hellkrapprosa — 1.3 violett — 1.8 lebhaft rötlichviolett — 1 violett — 5.4 s. hellrötlichgelblich — 1 gelb.	13 (8)	rot fast ohne Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)

Chrombeize	schmutzig violettlich	8.1 cm violett — 1.3 Färbung des gebeizten Zeugs — 0.2 gelb.	9.6 (3)	violettlich ohne Fluoreszenz (Streif Färbung d. gebeizten Zeugs)
Nickelbeize	s. h. krapprosa	2.3 cm sehr hellkrapprosa — 2.5 violettlich — 2.2 sehr lebhaft rotviolett — 3.4 sehr lebhaft blauviolett — 4.1 s. s. hellgelblich.	14.5 (11)	rötlich mit Hochspur von Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)
Kobaltbeize	s. s. h. schmutzig gelblich krapprosa	1.4 cm s. s. hellschmutzig gelblichkrapprosa — 1.6 s. s. hellschmutzig gelbviolettlichkrapprosa — 1.7 violett — 2.3 s. lebhaft rotviolett — 2 s. lebhaft blauviolett — 4.6 lebhafter gelb wie gebeiztes Zeug — 0.2 ockergelb.	13.8 (10)	saumon mit Hochspur von Fluoreszenz (Streif noch etwas bläulich violett)
Zinnbeize	s. s. hell krapprosa	3.8 cm s. s. hellkrapprosa — 1 lebhaft krapprosa — 2.4 dunkelkrapprot — 1.3 hellkrapprot — 4.9 gelblich — 0.2 gelb.	13.6 (9)	carminrot mit schöner Fluoreszenz (Streif Färbung des gebeizten Zeugs)
Ungebeizte Fasern:	**Eintauchszone 3 cm**	**Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchszone an gezählt: in cm**		**Reaktion des Ammoniaks beim Auftropfen auf die Streifen:**
Filtrierpapier	rosa	0.9 cm rosa — 1.9 s. s. hellrosa — 0.7 s. lebhaft rotviolett — 1.1 lebhaft blauviolett — 1.8 violettlich — 1.1 lebhaft violett — 0.3 violettlichgelblicher Hochschein — 0.4 gelb.	8.2 (3)	Ueberall wo auf dem Streifen Alizarin sich befindet zeigt sich mehr oder weniger starke violette, wo Purpurin ist mehr oder weniger starke rote Färbung, wo Alizarin und Purpurin sich befinden, je nach deren relativer Menge, Mischfärbungen von violett und rot.
Baumwollzeug	krapprosa	3.5 cm krapprosa — 1.9 hellkrapprosa — 1.1 s. lebhaft krapprosa — 0.8 lebhaft blauviolett — 0.7 schmutzigkrapprot — 2.7 s. lebhaft blauviolett — 0.4 gelblicher Schein — 0.2 gelb — 0.6 gelblicher Schein — 0.2 gelb.	12.1 (5)	
Leinenzeug	rosa	3.1 cm rosa mit violettlichem Stich — 1.9 blauviolett — 2.1 gelblicher Schein — 0.2 gelb.	7.3 (1)	
Seidenzeug	Rosaschein	1.3 cm Rosaschein — 2.1 rosa — 1.8 lebhaft goldgelb — 0.8 gelblicher Schein — 1.8 unten farblos, darüber gelblicher Schein.	7.8 (2)	
Wollzeug	untere Hälfte gelblich rötl. Hochschein, obere rosa	3 cm gelblich-rötlicher Hochschein — 2.2 s. s. hellviolettlich — 1 lebhaft violett — 0.2 lebhaft capucine — 0.6 violett capucine — 3.1 rötlichgelb.	10.1 (4)	

VIII. Wiederholte Capillarprüfung der Auszüge der bei einer ersten Capillaroperation erhaltenen einzelnen Zonen.

Tafel 16.

1.	Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Azorubin, Auramin, Methylenblau und Methylgrün.**
	Zone A: 7.3 cm Länge, dunkelgrünblau — B, 9.3 lebhaft urangelb — C, 14.05 grünlichblau — 0.2 lebhaft grün — 0.15 gelblich. — Totalsteighöhe 31.05 cm. Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A, B und C. Zone A: 7.6 cm Länge, lebhaft blau — 0.85 lebhaft grün — 0.65 lebhaft blauviolett — 0.85 lebhaft gelbgrün — 0.85 lebhaft zitrongelb — 0.6 grünlichgelb — 1.9 farblos — 1.7 Rosaschein — 2.45 rosa — 0.15 lebhaft rosa — 0.2 gelblicher Schein — 0.1 ockergelblich. — Totalsteighöhe 18 cm. Zone B: 6.35 cm Länge, gelbgrün — 0.75 lebhaft gelbgrün — 1.65 lebhaft orangegelb — 0.25 blaugrünlich — 1.35 blaugrünlicher Schein — 5.6 farblos — 0.1 ockergelblicher Schein. — Totalsteighöhe 16.1 cm. Zone C: 4.7 cm Länge, grünlich — 3.3 grün — 0.25 lebhaft grün — 1.8 grün — 4.7 hellgrün — 3.2 grünlich — 0.1 grün — 0.1 ockergelb. — Totalsteighöhe 18.4 cm. Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf alle 4 Farbstoffe — von Zone B auf Methylgrün, Auramin und Hochspur von Methylenblau — von Zone C nur auf Grün.
2.	Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Resorcingelb, Säureviolett, Fuchsin und Aethylgrün.**
	Zone A: 13.5 cm Länge, sehr lebhaft grün — 2.75 grünlich — B, 14.35 farblos — C, 0.15 gelblich. — Totalsteighöhe 30.75 cm. Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A, B und C. Zone A: 6.4 cm Länge, grün — 4.4 sehr lebhaft grün — 0.35 lebhaft gelb — 0.9 blau — 9.4 farblos — 0.1 gelblicher Schein. — Totalsteighöhe 21.6 cm. Zone B: 5.5 cm Länge, lebhaft violett — 2.1 s. s. sehr hellgrünlich — 1 gelblich — 7.2 rosa — 1.7 farblos — 0.1 ockergelblicher Schein. — Totalsteighöhe 17.7 cm. Zone C: 6.1 cm Länge, s. s. hellgrünlich — 1.1 gelbgrün — 1.5 ziemlich lebhaft gelb — 2.25 gelbgrünlich — 1.15 bläulicher Schein — 4.1 farblos mit rötlichem Hochschein — 0.2 ockerbraun. — Totalsteighöhe 16.5 cm. Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf Aethylgrün und Resorcingelb — von Zone B auf Säureviolett, Aethylgrün, Resorcingelb und Fuchsin — von Zone C auf Aethylgrün, Resorcingelb, Hochspur von Fuchsin und Hochspur von violett.

3. Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Corallin und Wasserblau**.

Zone A: 28.5 cm Länge, oben ziemlich lebhaft blau, nach unten zu immer heller und heller werdend — B, 1.15 hellbläulich — 0.1 dunkelblau violet — 0.2 sehr lebhaft rosa. — Totalsteighöhe 29.95 cm.

Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A und B.

Zone A: 7.2 cm Länge, farblos mit bläulichem Hochschein — 0,7 hellblau — 0.55 sehr lebhaft blau — 3.5 gelblich rötlicher Schein — 0.1 lebhaft carmoisinrot. — Totalsteighöhe 12.1 cm.

Zone B: 6.4 cm Länge, s. s. sehr hellbläulich — 4.5 bläulich — 7.7 s. s. hellbläulich — 2.65 bläulich — 0.15 sehr lebhaft carmoisinrot, die untere Hälfte bis dunkel. — Totalsteighöhe 21.4 cm.

Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf Corallin und Wasserblau — von Zone B ebenfalls auf Corallin und Wasserblau.

4. Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Eosin, Fuchsin und Methylgrün.**

Zone A: 17.3 cm Länge, blau — 3.5 blaugrün — Zone B, 8.8 s. s. s. hellrosa — 0.95 lebhaft rosa — C, 0.1 gelb — Totalsteighöhe 30.65 cm.

Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A, B und C.

Zone A: 6.25 cm Länge, hellblaugrün — 1.35 ziemlich lebhaft blaugrün — 4.55 grünlicher Hochschein — 4,45 s. hellrosa — 1.35 rosa — 0.25 fast farblos — 0,2 bräunlich. — Totalsteighöhe 18 cm.

Zone B: 7.1 cm Länge, rötlicher Hochschein — 4.55 s. sehr hellrötlich — 4.05 rosa — 2.4 hellrot — 0.35 lebhaft rot — 0.05 braun — 0.2 bräunlich — 0.1 braun. — Totalsteighöhe 18.85 cm.

Zone C: 20.2 cm Länge, farblos — 0.2 bräunlich. — Totalsteighöhe 20.4 cm.

Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf Methylgrün, Eosin und Fuchsin ? — von Zone B auf Eosin und Fuchsin — von Zone C wohl nur auf Verunreinigung,

5. Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Safranin, Chinolingelb und Phloxin.**

Zone A: 6.2 cm Länge, lebhaft rosa — 9.6 heller rosa — 9.95 lebhaft rosa — B, 2.8 farblos — C, 0.1 gelblicher Schein — Totalsteighöhe 28.65 cm.

Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A, B und C.

Zone A: 7.7 cm Länge, lebhaft rosa — 1.1 sehr lebhaft rosa — 5.75 s. s. sehr lebhaft rosa — 1.3 lebhaft rosaviolet — 1.55 fast farblos — 0.1 ockergelblich. — Totalsteighöhe 17.6 cm.

Zone B: 12.65 cm Länge, farblos, nach oben Rosahochschein — 3.4 rosaviolettlicher Schein — 1.2 rosaviolett — 0.2 sehr lebhaft rosaviolett — 0.1 ockergelb. — Totalsteighöhe 17.6 cm.

Zone C: 18.35 cm Länge, farblos — 0.1 gelb mit lebhaft bräunlichgelbem Stich. — Totalsteighöhe 18.45 cm.

Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf Safranin, Phloxin, Hochspur Chinolingelb — von Zone B auf Phloxin und Safranin — von Zone C auf Chinolingelb?

6. Capillarversuch mit gemeinschaftlicher wässeriger Lösung von **Viktoriablau, Naphtolgelb und Phloxin.**

Zone A: 8.8 cm Länge, rosa — B, 12.9 lebhaft rosa — C, 3.1 rosa — D, 2.1 gelblich — 0.5 ziemlich lebhaft gelb — 0.3 farblos — 0.15 saumongelblicher Schein. — Totalsteighöhe 27.85 cm.

Capillarversuche mit den alkoholischen Auszügen der beim ersten Capillarversuche erhaltenen Zonen A, B, C und D.

Zone A: 6.8 cm Länge, sehr lebhaft rot — 0.95 sehr lebhaft violettrot — 6.35 s. sehr lebhaft rot — 2.5 s. s. sehr lebhaft rot — 1.05 s. s. sehr lebhaft violettlichrot — 1 sehr lebhaft orangegelb — 0.3 rosa. — Totalsteighöhe 19 cm.

Zone B: 5.95 cm Länge, rosa — 1.5 violettlich-rosa — 0.6 violettlich — 0.55 sehr lebhaft blauviolett — 1.9 lebhaft rot — 0.5 rotviolettlich — 1.1 s. s. sehr hellgelblich — 0.1 ockerbräunlich. — Totalsteighöhe 12.15 cm.

Zone C: 8.6 cm Länge, farblos — 2.1 s. s. hellrosa — 3.7 rosa — 0.9 gelblicher Schein — 0.1 ockergelb. — Totalsteighöhe 15.3 cm.

Zone D: 6.9 cm Länge, farblos — 0.9 hellblau — 5 fast farblos — 3.5 gelblicher Schein — 0.6 s. s. hellgelblich — 0.3 lebhaft rotorange. — Totalsteighöhe 17.3 cm.

Das Bild der Capillarstreifen deutete nach der Untersuchung von Zone A auf Phloxin, Hochspur von Viktoriablau, Naphtolgelb — von Zone B auf Phloxin, Viktoriablau und wenig Naphtolgelb — von Zone C auf Phloxin und Naphtolgelb — von Zone D **auf Viktoriablau und Naphtolgelb.**

IX. Empfindlichkeit der Capillaranalyse.

Tafel 19.

1. Capillarversuche mit in verschiedene Verdünnungen wässeriger Fuchsinlösung eintauchenden Filtrierpapierstreifen.

Gehalt von 1000 cc der Fuchsinlösung und absoluter Gehalt	Eintauchszone von 3 cm	Reihenfolge der Zonen von der Eintauchsgrenze an	Totalsteighöhe in cm von der Eintauchsgrenze an
Gehalt von 1000 cc Lösung 0.000714 Gramme Fuchsin. Absoluter Gehalt $\frac{1}{1400000}$	sehr hell rosa	1.65 cm sehr hell rosa — 5.15 Schein von rosa — 10.1 kaum wahrnehmbarer Rosaschein — 0.1 ockergelblicher Rand.	17
Gehalt von 1000 cc Lösung 0.000357 Gramme Fuchsin. Absoluter Gehalt $\frac{1}{2800000}$	s. sehr hell rosa	1.55 cm s. s. h. rosa — 15.6 kaum wahrnehmbarer Rosaschein — 0.1 ockergelblicher Rand.	17.25
Gehalt von 1000 cc Lösung 0.00024 Gramme Fuchsin. Absoluter Gehalt $\frac{1}{4100000}$	Rosaschein	1.3 cm Rosaschein — 15.3 farblos — 0.1 gelblicher Rand.	16.7

2. Capillarversuche mit in verschiedene Verdünnungen wässeriger Diamantfuchsinlösung eintauchenden Streifen verschiedener Fasern.

Gehalt von 1000 cc der Fuchsinlösung und absoluter Gehalt	Eintauchszone von 3 cm	Reihenfolge der Zonen von der Eintauchsgrenze an	Totalsteighöhe in cm von der Eintauchsgrenze an
Gehalt von 1000 cc Lösung 0.00009375 Gramme Diamantfuchsin. Absoluter Gehalt $\frac{1}{10000000}$			
Filtrierpapierstreif	rosa	3 cm rosa — 9.6 farblos — 0.05 gelber Rand.	12.65
Baumwollzeugstreif	hell rosa	2 cm hell rosa — 19 farblos — 0.1 hellgelb — 0.9 farblos — 0.1 gelber Rand.	22.1
Leinenzeugstreif	dito	1.3 cm hell rosa — 11.4 farbl. — 0.1 hellgelb. Rand.	12.8
Wollzeugstreif	hell rosa-fleischrötl.	1.8 cm hell rosa fleischrötlich — 6.2 farblos — 0.1 s. hell violettlich rosa.	8.1
Seidenzeugstreif	ziemlich lebh. rosa	1.9 cm ziemlich lebh. rosa — 5 farblos — 0.05 gelblicher Schein.	6.95
Gehalt von 1000 cc Lösung 0.0000117 Gramm Diamantfuchsin Absoluter Gehalt $\frac{1}{85400000}$			
Filtrierpapierstreif	Rosaschein	1 cm Sch. v. rosa — 10.8 farbl. — 0.05 hellglb. Rand.	11.85
Baumwollzeugstreif	farblos	26.8 cm farblos — 0.1 leise gelber Rand.	26.9
Leinenzeugstreif	Rosaschein	1.5 cm Rosasch. — 12.4 farbl. — 0.1 hellgelb. Rand.	14
Wollzeugstreif	fraglicher Rosaschein	2 cm fragl. Rosasch. — darüber keine Spur v. Färbung.	?
Seidenzeugstreif	s. sehr hell rosa	3.8 cm s. sehr hell rosa — 4.85 farblos — 0.1 sehr hellgelblicher Rand.	8.75

3. 24-stündige Capillarversuche mit **11 verschiedenen Verdünnungen einer alkoholischen Alizarinlösung.**
(Zwei, verschiedenen Alizarinproben I und II entsprechende, Versuchsreihen.)

Gehalt von 40 cc Lösung an Alizarin in Milligr.	Absoluter Alizarin-Gehalt	Alizarin-probe	Eintauchszone von 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm
5	$\frac{1}{8000}$	I	Rosaschein mit gelblich. Stich	10.2 cm Rosaschein mit gelblichem Stich, zu oberst s. s. hellrosa — 4.6 rosa — 1.8 hellblauviolett — 0.15 sehr lebhaft violett — 0.1 gelb — 0.3 fast farblos.	17.15
4.5	$\frac{1}{8888}$	I	dito	10.7 cm Rosaschein mit gelblichem Stich, zu oberst s. s. hellrosa — 6.4 rosa — 0.9 lebhaft blauviolett — 0.25 zinnoberrot — 0.4 fast farblos mit gelblichem Hochschein.	18.65
4	$\frac{1}{10000}$	I	dito	12.1 cm Rosaschein mit gelblichem Stich, zu oberst s. s. hellrosa — 4.7 rosaviolettlich — 0.95 blauviolett — 0.1 bräunlichrötlichgelb — 0.2 lebhaft violett — 0.1 lebhaft orangegelb — 0.2 kaum sichtbarer gelblicher Schein.	18.35
3.5	$\frac{1}{11400}$	I	dito	10.65 cm Rosaschein mit gelblichem Stich, zu oberst s. s. hellrosa — 5.8 violettlichrosa — 0.7 blauviolett — 0.3 sehr lebhaft rotviolett — 0.1 lebhaft goldgelb — 0.2 gelblicher Schein.	17.75
2.5	$\frac{1}{16000}$	I	dito	6.7 cm Rosaschein mit gelblichem Stich — 3.5 s. s. hellrosa — 2.4 hellrosa — 4.5 rosa mit violettem Stich — 0.6 hellblauviolett — 0.2 lebhaft rotviolett — 0.2 gelber Schein.	18.1
2	$\frac{1}{20000}$	I	Rosaschein	5.6 cm Rosaschein — 4.4 s. s. h. rosa mit violettlichem Schein — 7.6 s. h. rosaviolett mit violettem Stich — 0.15 s. lebh. violett — 0.2 s s. h. gelblich.	17.95
1.5	$\frac{1}{26600}$	I	Rosaschein	8.4 cm Rosaschein — 7 s. s. h. rosa mit violettlichem Schein — 2.3 violett — 0.15 lebhaft violett — 0.25 s. s. h. gelblich.	18.1
1	$\frac{1}{40000}$	I	rosaviolettlich. Schein	10.2 cm rosaviolettlicher Schein — 3.2 s. s. h. rosaviolettlich — 4 rosaviolettlich — 0.15 s. h. ockergelb — 0.3 gelblicher Schein.	17.85
0.5	$\frac{1}{80000}$	I	rosaviolettlich. Schein	10.3 cm rosaviolettlicher Schein — 4.4 s. s. h. rosaviolettlich — 2.5 farblos — 0.15 s. h. ockergelb — 0.3 gelblicher Schein.	17.65
0.5	$\frac{1}{80000}$	II	ledergelb	14.3 cm ledergelb, zu oberst etwas violett beigemischt — 2.35 lebh. violett — 0.2 s. lebhaft rotviolett — 0.15 s. lebhaft zitrongelb — 0.15 s. s. s. h. violettlich.	17.15
0.25	$\frac{1}{160000}$	II	s. h. ledergelb	13.4 s. h. ledergelb, gegen oben mischt sich immer mehr rosaviolett hinein — 2.5 lebhaft violett — 0.3 s. lebhaft violett — 0.2 lebhaft gelb — 0.1 violettlicher Schein.	16.5

4. 24-stündige Capillarversuche mit 23 **verschiedenen Verdünnungen einer alkoholischen Purpurinlösung.**
(Drei, verschiedenen Purpurinproben I, II, III entsprechende, Versuchsreihen.)

Gehalt von 40 cc Lösung an Purpurin in Milligr.	Absoluter Purpurin-Gehalt	Purpurin-probe	Eintauchszone von 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm
5	$\frac{1}{8000}$	I	ziemlich lebhaft rosa mit violettlich	2.75 cm ziemlich lebhaft rosa mit violettlichem Scheine — 0.6 lebhaft ziegelrot — 0.4 dunkelziegelrot — 0.4 ziegelrot — 0.25 sehr lebhaft ziegelrot — 2 krapprosa — 0.05 ponceau — 0.05 sehr lebhaft gelb.	6.5
4.5	$\frac{1}{8800}$	I	dito	2.9 cm ziemlich lebh. rosa mit violettlichem Scheine — 0.65 lebh. ziegelrot — 0.3 s. lebhaft ziegelrot — 0.3 ziegelrot — 0.3 sehr lebhaft ziegelrot — 2 krapprot 0.02 lebhaft ziegelrot — 0.15 rosa — 0.01 lebhafter rosa — 0.15 sehr leise rosa — 0.5 sehr lebhaft gelb.	7.28
4	$\frac{1}{10000}$	I	dito	3.35 cm ziemlich lebhaft rosa mit violettlichem Scheine — 0.2 violett — 0.25 lebhaft ziegelrot — 0.5 lebhaft ziegelrötlich mit violettem Schein — 1.5 rötlichviolettlich — 0.85 bläulichviolettlich, nach oben immer heller bis farblos — 0.01 lebhaft ponceaurot — 0.75 farblos — 0.07 lebhaft gelb.	3.48
3.5	$\frac{1}{11400}$	I	Rosa m. violettl. Schein, zl. lebh.	2.85 cm rosa mit violettlichem Schein, ziemlich lebhaft — 0.6 lebhaft ziegelrot — 0.35 s. lebhaft violettlich ziegelrot — 0.5 lebhaft ziegelrot — 2.15 violett, zu oberst heller bis fast farblos — 0.2 farblos — 0 05 lebh. gelb.	6.7
2.5	$\frac{1}{16000}$	I	dito	3.6 cm rosa mit violettlichem Schein, ziemlich lebhaft — 0.6 lebhaft ziegelrot — 0.4 dunkelziegelrot — 0.2 ziegelrot mit violettlichem Schein — 0.3 lebhaft ziegelrot — 2.1 h. violett — 0 01 dunkelponceau — 0.25 Rosaschein — 0.05 lebhaft gelb.	7.51
2	$\frac{1}{20000}$	I	lebhaft violettlichrosa	3.05 cm lebhaft violettlichrosa — 0.45 lebhaft ziegelrot — 0.4 lebhaft bräunlichziegelrot — 0.25 lebhaft ziegelrot — 0.15 h. violettlichziegelrötlich — 0 2 s. lebhaft ziegelrot — 1.8 rotlichviolett — 0.2 farblos — 0.02 lebhaft gelb — 0.2 farblos — 0.02 lebhaft gelb.	6.74
2	$\frac{1}{20000}$	II	lebhaft krapprosa	4.4 cm lebhaft krapprosa — 0.25 lebhaft ziegelrotkrapprosa — 0.2 lebhaft ziegelrot — 0.25 lebhaft violettlichziegelrot — 0.4 violettlichrosa — 0.1 lebhaft ziegelrot — 1.15 ziegelrötlich — 0.05 lebhaft ponceau — 0.15 s. h. violettrosa — 0.05 lebhaft gelb.	7

24-stündige Capillarversuche mit 23 **verschiedenen Verdünnungen einer alkoholischen Purpurinlösung.**
(Drei, verschiedenen Purpurinproben I, II, III entsprechende, Versuchsreihen.)

Gehalt von 40 cc Lösung an Purpurin in Milligr.	Absoluter Purpurin-Gehalt	Purpurin-probe	Eintauchszone von 3 cm	Zonen und Totalsteighöhe sind von der Eintauchsgrenze an gezählt in cm	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm
2	$\frac{1}{20000}$	III	lebhaft ziegelrötlich	3.95 cm lebhaft ziegelrötlich — 0.35 dunkelziegelrot — 0.15 heller ziegelrot — 0.2 dunkelziegelrot — 0.5 dunkelorangeziegelrot — 0.8 h. ziegelrötlich — 0.01 dunkelponceau — 0.35 violett — 0.01 dunkelviolett — 0.15 violetter Schein — 0.01 ockergelb.	6.48
1.75	$\frac{1}{22800}$	I	violettlichrosa lebhaft	3.6 cm violettlichrosa, lebhaft — 0.8 lebhaft ziegelrot — 0.5 sehr lebhaft bräunlichziegelrot — 0.3 lebhaft rosaviolett — 0.3 lebhaft ziegelrot — 0.95 rötlichviolett — 1 s h. rötlichviolett — 0.05 lebh. gelb — 0.1 farblos — 0.05 lebhaft gelb.	7.65
1.5	$\frac{1}{26600}$	I	ziemlich lebh. violettlich rosa	3.7 cm violettlichrosa, ziemlich lebhaft - 0.65 lebh. ziegelrot — 0.25 schmutzig violett — 0.9 sehr lebhaft ziegelrot — 0.1 heller ziegelrot — 1.25 violettlich — 1 s. h. violettlich, nach oben fast farblos werdend — 0.01 ponceau — 0.35 fast farblos — 0.05 ziemlich lebhaft.	8.26
1.5	$\frac{1}{26600}$	II	ziemlich lebh. krapprosa	4.7 cm ziemlich lebhaft krapprosa — 0.45 lebhaft ziegelrot — 0.55 violettlichziegelrot — 0.15 lebh. ziegelrot — 1 ziemlich lebhaft krapprosa — 0.1 lebhaft violettrosa — 0.25 s. s. h. violettrosa — 0.02 lebhaft gelb.	7.22
1.5	$\frac{1}{26600}$	III	hellziegelrot	3.7 cm h. ziegelrot — 0.9 dunkelziegelrot — 0 15 ziegelrot — 0.15 ziegelrötlich — 0.15 ziemlich lebhaft ziegelrot - 0.9 hellziegelrot — 0.01 dunkelponceau — 0.1 hellponceau — 0.01 ponceau — 0.3 violett — 0.01 ockergelblich — 0.1 ockergelblicher Schein — 0.01 lebhaft ockergelb.	6.49
1	$\frac{1}{40000}$	I	ziemlich lebh. violettlich rosa	3.2 cm s. h. violettlichrosa, unten stärker, mehr rosa — 0.35 violettlich — 0.65 s. lebh. ziegelrot — 0.55 lebhaft ziegelrot — 1.2 hellviolett — 1 s. h. violettlich — 0.3 fast farblos — 0.01 lebh. rötlichockergelb — 0.45 fast farblos — 0.05 lebhaft gelb.	7.76

1	$\frac{1}{40000}$	II	lebhaft krapprosa	4.5 cm lebhaft krapprosa — 0.25 hellviolett — 0.3 lebhaft ziegelrot — 0.01 violettlich — 0.3 s. s. h. violettlich — 0.3 h. ziegelrot — 0.95 ziemlich lebh. violettlichkrapprosa — 0.01 lebhaft ponceau — 0 2 h. violettlichrosa — 0.02 ockergelb.	7.02
1	$\frac{1}{40000}$	III	ziegelrötlich	4.6 cm ziegelrötlich — 0.35 dunkelziegelrot — 0.7 h. ziegelrot — 0.1 dunkelziegelrot — 0.2 lebh. ziegelrot mit Orangestich — 0.5 h. ziegelrötlich — 0.01 dunkelrötlichdahlia — 0.2 lebh. violett — 0.07 s. s. s. h. violettlich — 0.1 gelbl. Schein.	6.83
0.5	$\frac{1}{80000}$	I	rosa	4.2 cm rosa — 0.6 dunkelzinnoberziegelrot — 0.25 ziegelrot — 0.3 ziegelrötlich — 0.85 violettlichrosa — 0.01 dunkelponceau — 0.2 Rosaschein — 0.01 orangeockergelb — 0.15 gelblicher Schein.	6.57
0.5	$\frac{1}{80000}$	II	lebhaft krapprosa	5 cm lebh. krapprosa — 0.25 noch lebhafter krapprosa — 0.2 ziegelrot — 0.2 ziegelrötlich — 0.25 graulichviolettlich — 0.25 ziegelrot — 0.65 ziemlich lebh. violettrosa — 0.02 lebh. rotviolett — 0.15 s. s. h. violettlich.	6.97
0.5	$\frac{1}{80000}$	III	rosa	3.25 cm rosa — 0.2 rosaviolettlich — 0.3 ziegelrot — 0.3 graulichviolett — 0 3 ziegelrot — 0.35 rosaviolettlich — 1.25 s. h. violettlich — 0.5 graulichviolettlicher Schein — 1 farblos — 0.1 lebh. gelb.	7.55
0.25	$\frac{1}{160000}$	I	violettlichrosa	4.4 cm violettlichrosa — 0.1 ziemlich lebhaft ockerziegelrot — 0.2 lebhaft violettlichrosa — 0.3 ziemlich dunkelziegelrot - 0.25 s. h. violettlich — 0.2 dunkelziegelrot — 0.9 rötlich mit violettlichem Schein — 0.01 dunkelrot — 0.1 rötlicher Schein — 0.01 ockergelblich.	6.47
0.25	$\frac{1}{160000}$	II	lebhaft krapprosa	4.4 cm lebhaft krapprosa — 0.3 violettliches krapprosa — 0.15 graulichviolettlich — 0.15 lebhaft zinnoberrot — 0.25 hellrötlichviolettlich — 0 1 violett — 0.1 rötlichviolettlich — 0.15 farblos — 0.02 lebhaft gelb.	5.62
0.05	$\frac{1}{800000}$	I	violettlicher Schein	5.05 cm violettlicher Schein — 0.5 violett — 0.8 zinnoberrot — 0.25 violettlich — 1.05 fast farblos — 0.02 gelb.	7.67
0.05	$\frac{1}{800000}$	II	s. s. s. hellviolettlich	4.55 s. s, s. hellviolettlich — 0.44 lebh. violett — 0.2 lebhaft rotviolett — 0.25 ockerrot — 0.35 schmutzig hellviolettlichrötlich — 0.4 s. s. hell schmutzig violettrötlich — 0.35 violetter Schein — 0.01 lebhaft orangegelb — 0.2 farblos — 0.01 ockergelblich.	6.76
0.01	$\frac{1}{4000000}$	I	s. s. s. hellrosaviolettlich	3.6 cm s. s. sehr h. rosaviolettlich — 0.8 violettlich — 0.65 krapprosa — 0.8 rosaviolettlich — 2 farblos — 0.1 gelb.	7.95

X. Capillaranalytische Prüfung von wässerigen Alkaloïdsalzlösungen. Tafel 22.

1. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Strychninchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Strychninchlorhydrat in Milligr.	Absoluter Gehalt der Lösung an Strychninchlorhydrat		Totalsteighöhen v. der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion mit Bichromatlösung und Schwefelsäure auf Lösung	Reaktion mit Bichromatlösung und Schwefelsäure auf Streif	Reaktion mit Ferricyankaliumlösung auf Lösung	Reaktion mit Ferricyankaliumlösung auf Streif
0.304 mgr	$\frac{1}{3289473}$	Offen hangende Streifen	23.8 cm	0	0	0	0
0.608	$\frac{1}{1644736}$		22.8	0	Hochspur rosa zu oberst	0	0
1.216	$\frac{1}{822368}$		22.7	0	Dito	0	0
2.432	$\frac{1}{411184}$		21.6	0	Dito	0	0
9.728	$\frac{1}{102796}$		21.4	0	Leise rötliche Färbung von unten bis oben	0	Nur die obersten 2 cm hell kirschrot, darunter farblos
38.912	$\frac{1}{25699}$		21.2	0	Von unten bis oben rosa. Zu oberst rotviolett	0	Von unten bis oben ziemlich lebh. kirschrot, zu oberst lebh.
155.648	$\frac{1}{6424}$		20.8	0	Zuerst s. schnell verschwindendes bläulich-violett	0	Dito
622.592	$\frac{1}{1606}$		19.7	0	Von unten bis oben lebh. rosa bis rotviolett	0	Von unten bis oben s. st. kirschrot bis blauviol., welches auch rot wird
1245.18	$\frac{1}{800}$	Unter verschlossenen Glasglocken	42	St. gelb. Niederschlag, hernach durch Schwefelsäure zuerst lebh. blauviolett, dann rot	Von unten bis oben blauviolett bis rot	0	Von unten bis oben s. lebhaft kirschr., zwisch. hinein zuerst blauviolett
2500	$\frac{1}{400}$		40.8	Dito	Dito		Dito
5000 mgr	$\frac{1}{200}$		42.5 cm	Dito	Dito		Dito

2. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Strychninnitrat** mit Filtrierpapierstreifen.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Strychninnitrat in Milligr.	Absoluter Gehalt der Lösung an Strychninnitrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion mit Bichromatlösung und Schwefelsäure auf die Streifen
0.0763 mgr	$\frac{1}{13107000}$	43.3 cm	Von unten bis zu oberst wird der Streif sehr s. hell rosa, welche Färbung aber wieder verschwindet.
1.2207	$\frac{1}{819000}$	45.4	Dito
19.5312	$\frac{1}{51200}$	46.2	Dito
156.25	$\frac{1}{6400}$	45.5	Die unteren 9 cm des Streifs werden hell-violettrosa; sonst ist die Reaktion dieselbe wie oben.
625.00	$\frac{1}{1600}$	43.4	Unten wird der Streif ziemlich lebhaft blauviolett, darüber bis zu oberst hellblauviolett, hernach rosa. Auch unten entwickelt sich nachher ein ziemlich lebhaftes rosa.
2500	$\frac{1}{400}$	43.9	Von unten bis oben lebhaft blauviolett, dann rosaviolett, nachher lebhaft krapprosa. Zu oberst ist die Färbung stärker.
5000 mgr	$\frac{1}{200}$	46.1 cm	Von unten bis oben dunkelblauviolett, das einem sehr lebhaften krapprosa gleicht.

3. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Brucinchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Brucinchlorhydrat in Milligrammen	Absoluter Gehalt der Lösung an Brucinchlorhydrat		Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion mit Chlorwasser auf Lösung	Reaktion mit Chlorwasser auf Streif
0.976 mgr	$\frac{1}{102400}$	Offen hangende Streifen	19 7 cm	0	0
3.906	$\frac{1}{25600}$	Offen hangende Streifen	20.5	In dicker Schicht kaum wahrnehmbarer rosaviolettlicher Schein, der bald verschwindet	Zu oberst 1 mm s. sehr hell rosa.
15.627	$\frac{1}{6400}$	Offen hangende Streifen	21	In dicker Schicht s. s. s. hell rosaviolettlich, bald verschwindend	Zu oberst 1 mm rosa, hernach fleischrötlich, darunter kaum wahrnehmbares rosa, das bald sich entfärbt.
500	$\frac{1}{200}$	Unter verschlossenen Glocken	47.2	Rosaviolette Färbung, welche verschwindet	Streif von unten bis oben rosaviol., das verschwindet und in hellfleischrötlichgelb übergeht.
1000 mgr	$\frac{1}{100}$	Unter verschlossenen Glocken	40.1 cm	Rosaviolette Färbung, welche in fleischrötlichgelb übergeht	Streif von unten bis oben rosaviol., das in fleischrötlichgelb übergeht.

Tafel 25.

5. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Morphiumchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen unter Glasglocken.

Gehalt v. 1000 cc Lösung an Morphiumchlorhydrat in Milligr.	Absoluter Gehalt der Lösung an Morphiumchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 2 Versuchen	Reaktion auf die Streifen mit			
			verdünnter Ferrichlorürlösung	ammoniakalischer Cuprisulfatlösung	Salpetersäure von 1,4 sp. Gewicht	Salzsäure und Schwefelsäure
0.0305 mgr	$\frac{1}{3276800}$	43.9 cm	Zu oberst bläulich, sonst 0	0	0	0
0.122	$\frac{1}{819200}$	43.95	Dito	0	0	0
0.488	$\frac{1}{204800}$	43.4	Dito	0	0	0
0.9765	$\frac{1}{102400}$	43.35	Dito	0	0	0
3.906	$\frac{1}{25600}$	44.95	Dito	0	0	0
15.625	$\frac{1}{6400}$	45.7	Zu oberst blau, darunter bläulich bis zu unterst	Fragliche Hochspur von grünlich	0	Hochspur rosa
62.500	$\frac{1}{1600}$	43.65	Zu oberst zieml. lebh. blau. Sonst dito. (Lösung schwach blau)	Dito (Lösung sehr schwach grün)	Oben leise rosa, darunter Hochspur. (Lösung goldgelb)	Von unten bis oben sehr leise rosa
250	$\frac{1}{400}$	42.95	Zu oberst s. lebh. blau, darunter bis zu unterst lebh. blau, nach und nach grün. (Lösung lebhaft blau)	Zu oberst z. lebh. grün, darunter bis zu unterst s. h. grünlich. (Lösung grün)	Von unten bis zu oberst karmoisinrot, zu oberst sehr lebhaft. (Lösung st. rot)	Von unten bis oben rosa, obere Hälfte lebhafter
500 mgr	$\frac{1}{200}$	45.07 cm	Dito	Dito darunter bis zu unterst hell grün. (Lösung sehr lebhaft grün)	Dito (Lösung sehr lebhaft rot)	Obere Hälfte lebhaft violettlich rosa, dito unterstes Drittel, dazw. leise Färbung

6. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Codeïnchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen unter Glasglocken bei 18.5 ° Cels.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Codeïnchlorhydrat in Milligrammen	Absoluter Gehalt der Lösung an Codeïnchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion auf die Streifen mit heisser konzentrierter Schwefelsäure	Reaktion auf die Streifen mit kalter konzentrierter Schwefelsäure und sehr verdünnter Ferrichlorürlösung, nach einander aufgetropft
0.0152 mgr	$\frac{1}{3276800}$	38.55 cm	0	**Von zu unterst bis zu oberst Spur violettlicher Färbung**
0.061	$\frac{1}{819200}$	37.25	0	Von zu unterst bis zu oberst sehr geringe violettliche Färbung
0.244	$\frac{1}{204800}$	39.2	Zu oberst kaum wahrnehmbare Hochspur violettlich-rosaner Färbung	Von unten bis oben schwache violettliche Färbung
0.488	$\frac{1}{102400}$	38.25	Zu oberst Spur von rosaviolettlich	Dito
1.953	$\frac{1}{25600}$	38.97	Dito	Dito
7.812	$\frac{1}{6400}$	38.75	Obere Streifhälfte rosaviolettlich, untere spurenweise	Von unten bis oben schwache blauviolettliche Färbung
31.25	$\frac{1}{1600}$	38.05	Von unten bis oben rosaviolett	Zu oberst lebhaft blauviolett, darunter hell
125	$\frac{1}{400}$	39.25	Von unten bis oben lebhaft rosaviolett	Dito
500 mgr	$\frac{1}{200}$	39.2 cm	Dito	Von unten bis oben sehr lebhaft blauviolett

7. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Thebaïnchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Thebaïnchlorhydrat in Milligr.	Absoluter Gehalt der Lösung an Thebaïnchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 2 Versuchen	Reaktion mit konzentrierter Schwefelsäure auf Lösung	Reaktion mit konzentrierter Schwefelsäure auf Streif	Reaktion mit Chlorwasser und Ammoniak auf Lösung	Reaktion mit Chlorwasser und Ammoniak auf Streif
0.0305 mgr	$\frac{1}{32768000}$	42.95 cm	0	0	0	0
3.906	$\frac{1}{256000}$	43.85	Hellgelb	0	0	0
15.625	$\frac{1}{64000}$	42.15	Gelb	0	Sehr hell bräunlich	Oben Hochspur von rosa, darunter farbl.
62.5	$\frac{1}{16000}$	44	Lebhaft orange-rötlichgelb	Zu oberst lebhaft rotorange, darunter ziemlich lebhaft gelb	Sehr hell bräunlich	Zu oberst rosa, darunter Spuren
250	$\frac{1}{4000}$	45.7	Lebhaft orangerot	Zu oberst lebhaft blutroter Rand, darunter bis zu unterst gelbrötlich	Dito	Von unten bis oben hell rosa
500 mgr	$\frac{1}{2000}$	42.8 cm	Dito	Zu oberst sehr lebhaft blutrot, darunter bis zu unterst rötlichgelbbräunlich	Rosa, dann bräunlich	Zu oberst sehr lebh. blauviol., darunter bis zur unteren Hälfte blauviolettlich, untere Hälfte rosa

8. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Narceïnchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen bei 17—18 ° Cels.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Narceïnchlorhydrat in Milligrammen	Absoluter Gehalt der Lösung an Narceïnchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 2 Versuchen	Reaktion mit stark verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Lösung	Reaktion mit stark verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Streif
0.0305 mgr	$\frac{1}{3276800}$	43.1 cm	0	Spur Bläuung
0.122	$\frac{1}{819200}$	42.1	0	Schwache Bläuung
0.488	$\frac{1}{204800}$	39 8	0	Dito
3.906	$\frac{1}{25600}$	40.15	0	Dito
15.625	$\frac{1}{6400}$	39.15	Schwach stahlblau	Von unten bis oben blau, zu oberst dunkel
62.500	$\frac{1}{1600}$	40.5	Lebhaft stahlblau	Von unten bis oben dunkelblau, zu oberst sehr stark
500 mgr	$\frac{1}{200}$	40.6 cm	Sehr lebhaft stahlblau	Dito

9. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Stovaïnchlorhydrat** bei 14—17 ° Cels.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Stovaïnchlorhydrat in Milligrammen	Absoluter Gehalt der Lösung an Stovaïnchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion mit durch Wasser verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Lösung	Reaktion mit durch Wasser verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Streif
0.0812 mgr	$\frac{1}{4915200}$	39.2 cm	0	Oberste 4 cm zieml. st. gelblich-orangerot, darunter bis zu unterst hellgelb
0 0406	$\frac{1}{2457600}$	37.9	Hellgelborangerot	Oberste 4 cm orangerot; darunter bis zu unterst gelb
0.244	$\frac{1}{409600}$	40.7	Dito	Dito
0.976	$\frac{1}{102400}$	39.7	Hellgelblich-orangerot	Oberste 5 cm bräunlich-orangerot, darunter bis zu unterst gelb
3.906	$\frac{1}{25600}$	38.25	Stark bräunlich-orangerot	Oberste 6 cm sehr lebh. braun orangerot, darunter bis zu unterst gelb
15.625	$\frac{1}{6400}$	38.1	Dito	Von unten bis oben sehr lebh. braunrot
31.250	$\frac{1}{3200}$	39.15	Dito	Dito
125	$\frac{1}{800}$	39.3	Dito	Dito
500 mgr	$\frac{1}{200}$	38.2 cm	Dito	Dito

10. 24-stündige Capillarversuche mit verschieden stark verdünnten wässerigen Lösungen von **Cocaïnchlorhydrat** mit Filtrierpapierstreifen bei 14—17° Cels.

Gehalt von 1000 cc Lösung an Cocaïnchlorhydrat in Milligramm.	Absoluter Gehalt der Lösung an Cocaïnchlorhydrat	Totalsteighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm Mittel aus je 3 Versuchen	Reaktion mit verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Lösung	Reaktion mit verdünnter alkoholischer Jodlösung auf Streif	Reaktion mit verdünnter Kaliumpermanganatlösung auf Lösung	Reaktion mit verdünnter Kaliumpermanganatlösung auf Streif
0.0305 mgr	$\frac{1}{32768000}$	39.5 cm	Spurenweise gelb	Gelbe Färbung	Hellrot	Schwach violettlichrot
0.061	$\frac{1}{16384000}$	39.35	Ziemlich lebhaft gelb	Dito	Dito	Violettlichrot
0.122	$\frac{1}{8192000}$	40	Dito	Sehr sehr schwache rotbräunliche Färbung	Dito	Dito
0.488	$\frac{1}{2048000}$	39.45	Lebhaft gelb	Schwache rotbraune Färbung	Dito	Dito
1.953	$\frac{1}{512000}$	39.6	Braungelb	Dito	Violettrot	Dito
7.8125	$\frac{1}{128000}$	39.45	Lebhaft rötlich braun	Ziemlich stark rotbraune Färbung	Lebhaft violettlichrot	Ziemlich stark violettlichrosa
31.250	$\frac{1}{32000}$	39.15	Dito mit Trübung	Lebhaft rotbraun	Dito	Lebhaft violettlichrot
62.50	$\frac{1}{16000}$	40	Dito	Sehr lebhaft rotbraun	Dito	Dito
125	$\frac{1}{8000}$	40.15	Dito	Dito	Dito	Sehr lebhaft violettlichrot
500 mgr	$\frac{1}{2000}$	40.65 cm	Dito	Dito	Dito	Dito

XI. Capillarversuche mit Gliedern verschiedener homologen Reihen organischer Körper.

Tafel 32.

1. Capillarversuche mit **Paraffinen oder Grenzkohlenwasserstoffen** C_nH_{2n+2}

A. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen
(bei 16—17 ⁰ Cels.)

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	Normalhexan aus Petrol			Normalheptan aus Petrol		
	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten						
5	13.3 cm		Von Anfang bis 5. Minute 26.6 mm	13.2 cm		Von Anfang bis 5. Minute 26.4 mm
10	15.7	2.4 cm	5.—10. Min. 4.8 mm	16	2.8 cm	5.—10. Min. 5.6 mm
15	17	1.3		17.9	1.9	
20	17.9	0.9	10.—20. Min. 2.2 mm	19.3	1.4	10.—20. Min. 3.3 mm
25	18.5	0.6		20.6	1.3	
30	19	0.5	20.—30. Min. 1.1 mm	21.8	1.2	20.—30. Min. 2.5 mm
35	19.4	0.4		22.6	0.8	
40	19.8	0.4		23.5	0.9	
45	20	0.2		24.4	0.9	
50	20.2	0.2		25	0.6	
55	20.4	0.2		25.5	0.5	
60 (= 1 Stunde)	20.4	0	30.—60. Min. 0.46 mm	26.1	0.6	30.—60. Min. 1.43 mm
65	20.5	0.1		26.6	0.5	
70	20.5	0		27.1	0.5	
75	20.7	0.2		27.5	0.4	
80	20.7	0		27.9	0.4	
85	20.7	0		28.2	0.3	
90	20.8	0.1	60.—90. Min. 0.13 mm	28.5	0.3	60.—90. Min. 0.8 mm
95	20.8	0		28.9	0.4	
100	20.9	0.1		29.2	0.3	
105	20.9	0		29.5	0.3	
110	20.9	0		29.7	0.2	
115	21	0.1		29.9	0.2	
120 (= 2 Stunden)	21 cm	0	90.—120. Min. 0.066 mm	30 cm	0.1	90.—120. Min. 0.5 mm

4.

Capillarversuche mit **Aldehyden** $C^n H^{2n+1} . CO . H$.

	A. Mit offen hangenden Filtrierpapierstreifen bei 17 – 19° Cels. Die Steighöhen sind von der Eintauchsgrenze an gerechnet.			B. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 15 – 16° Cels. Die Steighöhen sind von der Eintauchsgrenze an gerechnet.							
	Steighöhe nach 3 Stunden in cm	Relative Steighöhe	Minutensteighöhe vom Versuchsanfang bis zur 180. Minute in mm	Steighöhen nach: 60 Min. in cm	4 Std. in cm	6 Std. in cm	7 Std. in cm	23 Std. in cm	Relative Steighöhe	Minutensteighöhe vom Versuchsanfang an bis zur 60. Min. in mm	23. Std. in mm
Propylaldehyd oder Propionaldehyd $C^3 H^6 O = C^2 H^5 . CO . H$	6.7 cm	1	0.37 mm	10 cm	18.9 cm	22.2 cm	23.5 cm	27.8 cm	1	1.66 mm	0.20 mm
Isobutylaldehyd oder Isobutyraldehyd $C^4 H^8 O = (CH^3)^2 . CH . CO . H$	9.4	1.4	0.52	11.9	20.9	24.1	25.5	36.6	1.3	1.98	0.26
Normalvaleraldehyd oder Normalamylaldehyd $C^5 H^{10} O = CH^3 (CH^2)^3 . CO . H$	16.9	2.52	0.93	14.2	20.6	23.1	24.3	35.5	1.27	2.36	0.25
Normalheptylaldehyd oder Oenanthol $C^7 H^{14} O = CH^3 (CH^2)^5 . CO . H$	17.4 cm	2.59	0.96 mm	20.4 cm	28.1 cm	30.9 cm	31.7 cm	41.5 cm	1.49	3.40 mm	0.30 mm

5.

Capillarversuche mit **Ketonen**

A. Mit zwischen Glaslinealen liegenden

Die Steighöhen sind von der

Dauer des Versuchs	**Aceton** $C^3H^6O = CH^3 . CO . CH^3$			**Methylaethylketon** $C^4H^8O = CH^3 . CO . C^2H^5$		
	Steighöhe in cm	**Differenz zwischen je zwei folgenden Steighöhen in cm**	**Minutensteighöhe in mm**	**Steighöhe in cm**	**Differenz zwischen je zwei folgenden Steighöhen in cm**	**Minutensteighöhe in mm**
Minuten			**bis zur 5. Minute**			**bis zur 5. Minute**
5	15.8 cm		31.6 mm	14.1 cm		28.2 mm
10	18.9	3.1 cm		17.4	2.7 cm	
15	20.3	1.4		19.4	2	
20	21.1	0.8	**5.—20. Min.** 3.53 mm	20.9	0.5	**5.—20. Min.** 4.53 mm
25	21.8	0.7		22.2	1.3	
30	22.3	0.5		23.3	1.1	
35	22.6	0 3		24.2	0.9	
40	22.9	0.3		25	0.8	
45	23.1	0.2		25.6	0.6	
50	23.3	0.2		26.2	0.6	
55	23.5	0.2		26.6	0.4	
60	23 6	0.1	**20.—60. Min.** 0.6 mm	27.1	0.5	**20.—60. Min.** 1.5 mm
65	23.7	0.1		27.5	0.4	
70	23.8	0.1		27.8	0.3	
75	23 9	0.1		28.2	0.4	
80	23.9	0		28.5	0.3	
85	24	0.1		28.8	0.3	
90	24	0		29	0.2	
95	24.1	0.1		29.2	0.2	

$C_n H_{2n+1} . CO . C_m H_{2m+1}$.

Filtrierpapierstreifen bei 15 – 17 ° Cels.
Eintauchsgrenze an gerechnet.

Fortsetzung	Aceton $C_3 H_6 O$			Methylaethylketon $C_4 H_8 O$		
Dauer des Versuchs	Steighöhe in cm	Differenz zwischen je zwei folgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhe in mm	Steighöhe in cm	Differenz zwischen je zwei folgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhe in mm
Minuten		0.1 cm				
100	24.2 cm			29.4 cm		
		0			0.2 cm	
105	24.2			29.6		
		0			0.1	
110	24.2			29.7		
		0.05			0.1	
115	24.25			29.8		
		0	60.—120. Min.		0.1	60.—120. Min.
120 = 2 Stunden	24.25		0.1 mm	29.9		0.46 mm
		0.05			0.1	
125	24.3			30		
		0			0.1	
130	24.3			30.1		
		0			0.1	
140	24.3			30.2		
		0			0.1	
145	24.3			30.3		
		0			0.1	
150	24.3			30.4		
		0			0	
155	24.3			30.4		
		0			0.1	
160	24.3			30.5		
		0			0	
165	24.3			30.5		
		0			0.1	
170	24.3			30.6		
		0			0	
175	24.3			30.6		
		0	120.—180. Min.		0	120.—180. Min.
180 = 3 Stunden	24.3		0.008 mm	30.6		0.116 mm
		2.5 cm	180.—1150. Min.		0.1 cm	180.—1150. Min.
1150 = 19 Stunden 10 Minuten	26.8 cm		0.025 mm	30.7 cm		0.001 mm

Minutensteighöhe vom Versuchsanfang bis zur 1150. Minute 0.23 mm . . . . 0.266 mm

	B. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen, welche 5 cm tief eintauchten und erst von einem Centimeter über der Eintauchsgrenze an zwischen den Glaslinealen eingeschlossen lagen. Steighöhen von der Eintauchsgrenze an nach:									C. Mit freihangenden Filtrierpapierstreifen.	
	60 Minuten in cm	240 Minuten in cm	300 Minuten in cm	360 Minuten in cm	420 Minuten in cm	1140 Minuten = 19 Std.	1500 Minuten = 25 Std.	1620 Minuten = 27 Std.	2520 Minuten = 42 Std.	Steighöhen von der Eintauchsgrenze an nach 300 Minuten in cm	Minutensteighöhen vom Versuchsanfang bis zur 300. Minute in mm
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	mm
Aceton (Dimethylketon) $C^3 H^6 O = CH^3 . CO . CH^3$ (aus Bisulfit)	16.4	17.1	—	17.5	17.5	24.6	25.4	25.4	25.6	10.9	0.36
Methylaethylketon $C^4 H^8 O = CH^3 . CO . CH^2 . CH^3$	23.4	27.3	—	—	—	—	—	—	—	10.4	0.346
Methylpropylketon $C^5 H^{10} O = CH^3 . CO . (CH^2)^2 . CH^3$	24.6	33.7	—	—	—	—	—	—	—	10.7	0.356
Methylisopropylketon $C^5 H^{10} O = CH^3 . CO . CH (CH^3)^2$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	0.53
Aethylpropylketon $C^6 H^{12} O = C^2 H^5 . CO . (CH^2)^2 . CH^3$	27.9	41.7	43.7	45	46	—	—	—	—	17.8	0.59
Dipropylketon $C^7 H^{14} O = CH^3 (CH^2)^2 . CO . (CH^2)^2 . CH^3$	22.6	38.8	41.8	43.9	46	—	—	—	—	22	0.73
Methylhexylketon $C^8 H^{16} O = CH^3 . CO . (CH^2)^5 . CH^3$	22.5	37.7	41.1	43.6	46	—	—	—	—	30.2	1.—
Methylnonylketon $C^{11} H^{22} O = CH^3 . CO . (CH^2)^8 . CH^3$	16.7 cm	31.6 cm	—	36.9	39.2	—	—	—	—	35.6 cm	1.18 mm

6.

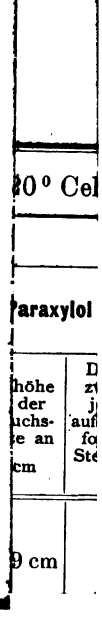
Capillarversuche mit **Fettsäuren** $C^n H^{2n+1} . COOH$

A. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 18.5—19° Cels.

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	**Essigsäure** $C^2H^4O^2 = CH^3 . CO . OH$			**Propionsäure** $C^3H^6O^2 = CH^3 . CH^2 . COOH$			**Normal-Buttersäure** $C^4H^8O^2 = CH^3 . CH^2 . CH^2 . COOH$		
	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten									
10	10 cm		Von Anfang bis 10. Minute 10 mm	11.5 cm		Von Anfang bis 10. Minute 11.5 mm	12.1 cm		Von Anfang bis 10. Minute 12.1 mm
15	11.6	1.6 cm	Von 10.—15. Min. 3.2 mm	13.5	2 cm	Von 10.—15. Min. 4 mm	12.9	0.8 cm	Von 10.—15. Min. 1.6 mm
20	12.4	0.8		14.5	1		14	1.1	
25	13.2	0.8		15.5	1		14.8	0.8	
30	14	0.8		16.5	1		15.7	0.9	
35	14.6	0.6	Von 15.—40. Min. 1.48 mm	17.3	0.8	Von 15.—40. Min. 1.76 mm	16.5	0.8	Von 15.—40. Min. 1.68 mm
40	15.3	0.7		17.9	0.6		17.1	0.6	
45	15.3	0		18.6	0.7		17.8	0.7	
50	16.3	1		19.4	0.8		18.5	0.7	
55	16.9	0.6		19.8	0.4		19.3	0.8	
60 = 1 Stunde	17.4	0.5		20.2	0.4		19.5	0.2	
65	17.8	0.4		20.8	0.4		19.9	0.4	
70	18.2	0.4		21.2	0.4		20.3	0.4	
75	18.5	0.3		21.8	0.6		20.8	0.5	
80	18.9	0.4		22.1	0.3		21.3	0.5	
85	19.2	0.3		22.4	0.3		21.6	0.3	
90	19.5 cm	0.3 cm		22.9 cm	0.5 cm		22.1 cm	0.5 cm	

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	Essigsäure $C^2H^4O^2 = CH^3 . CO . OH$			Propionsäure $C^3H^6O^2 = CH^3 . CH^2 . COOH$			Normal-Buttersäure $C^4H^8O^2 = CH^3 . CH^2 . CH^2 . COOH$		
	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten									
95	19.8 cm	0.3 cm		23.1 cm	0.2 cm		22.4 cm	0.3 cm	
100	20.1	0.3		23.6	0.5		22.8	0.4 cm	
105	20.4	0.3		23.9	0.3		23.1	0.3	
110	20.7	0.3		24.3	0.4		23.4	0.3	
115	20.9	0.2		24.5	0.2		23.7	0.3	
120 = 2 Stunden	21.4	0.5		25	0.5		24.2	0.5	
125	21.6	0.2		25.3	0.3		24.7	0.5	
130	21.9	0.3		25.7	0.4		25.1	0.4	
135	22	0.1		25.9	0.2		25.3	0.2	
140	22.2	0.2		26.1	0.2		25.6	0.3	
145	22.5	0.3		26.4	0.3		25.8	0.2	
150	22.6	0.1		26.6	0.2		26.1	0.3	
155	22.8	0.2		26.8	0.2		26.4	0.3	
160	23	0.2		27.1	0.3		26.7	0.3	
165	23.2	0.2		27.2	0.1		26.9	0,2	
170	23.4	0.2		27.5	0.3		27.2	0.3	
175	23.5	0.1		27.6	0.1		27.4	0.2	
180 = 3 Stunden	23.7	0.2	Von 40.—180. Min. 0.6 mm	27.9	0.3	Von 40.—180. Min. 0.71 mm	27.7	0.3	Von 40.—180. Min. 0.75 mm
1150 = 19 Std. 10 M.	33.9 cm	10.2 cm	Von 180.—1150. Min. 0.1 mm	41.5 cm	13.6 cm	Von 180.—1150. M. 0.14 mm	45.5 cm	17.8 cm	Von 180.—1150. M. 0.18 mm
Minutensteighöhen zwischen Versuchsanfang und 1150. Minute			0.29 mm			0.86 mm			0.39 mm

	B. Mit freihangenden Streifen bei 16—18° Cels.			C. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 16—18° Cels.													
	Die Steighöhen sind von der Eintauchsgrenze an gerechnet												Minutensteighöhen in mm				
	nach 180 Min. = 3 Std	nach 1380 Min. = 23 Std.	Minuten-steighöhe vom Versuchsanfang bis 1380. Min.	nach 60 Min. = 1 Std.	nach 120 Min. = 2 Std.	nach 240 Min. = 4 Std.	nach 300 Min. = 5 Std.	nach 360 Min. = 6 Std.	nach 420 Min. = 7 Std.	nach 960 Min. = 16 Std.	nach 1320 Min. = 22 Std.	nach 1380 Min. = 23 Std.	Von Anfang des Versuchs bis 60. Min.	Von 60.—240. Min.	Von 240.—420. Min.	Von 420.—1380. Min.	Von Anfang bis zur 1380. Min.
	cm	cm	mm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	mm	mm	mm	mm	mm
Ameisensäure $CH^2O^2 = H.CO.OH$	12.7	13.6	0.098	—	24.6	—	—	—	—	37.6	—	38.5	—	—	—	—	0.279
Essigsäure $C^2H^4O^2 = CH^3.CO.OH$	16.3	23.2	0.168	15.9	—	24.2	-	26 3	27.1	—	—	30.7	2.65	0.46	0.16	0.03	0.22
Propionsäure $C^3H^6O^2 = CH^3.CH^2.CO.OH$	18.4	23.6	0.17	—	21.5	—	—	—	—	39.5	—	41.2	—	—	—	—	0.298
Normalbuttersäure (Gährungsbuttersäure) $C^4H^8O^2 = CH^3.CH^2.CH^2.CO.OH$	21.2	29	0.21	15.7	20	27	—	31	32.5	43.5	—	47.8	2.61	0.62	0.305	0.159	0.34
Isobuttersäure $C^4H^8O^2 = (CH^3)^2.CH.CO.OH$	23	—	—	21.7	—	32.7	—	36.5	37.9	—	—	49.4	3.63	0.61	0.288	0.119	0.358
Normalvaleriansäure $C^5H^{10}O^2 = CH^3.(CH^2)^3.CO.OH$	23.1	31.5	0.228	17.5	—	28	—	31.7	33.4	—	—	48	2.95	0.58	0.30	0.15	0.347
Normalcapronsäure (Synth.) $C^6H^{12}O^2 = CH^3(CH^2)^4.CO.OH$	20.4	—	—	15.1	—	26	—	29.9	31.5	-	—	45.4	2.50	0.60	0.305	0.14	0.32
Capronsäure (durch Gährung) $C^6H^{12}O^2$	—	—	—	12	—	22.4	—	26.5	28.2	—	—	43.1	2	0.57	0.32	0.15	0.31
Isocapronsäure $C^6H^{12}O^2$	—	—	—	13.3	—	23.8	—	27.6	29.1	—	—	42.5	2.21	0.58	0.29	0.139	0.308
Isobutylessigsäure $C^6H^{12}O^2 = (CH^3)^2.CH.CH^2.CH^2.COOH$	20.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Normalheptylsäure (Oenanthylsäure) $C^7H^{14}O^2$	19.2	—	—	10.4	—	20.3	—	24.2	25.8	—	—	39.6	1 73	0.55	0.305	0.14	0.28
Normaloctylsäure (Caprylsäure) $C^8H^{16}O^2$	18.3	—	—	—	—	—	20.6	—	24	—	37.7	—	—	—	—	—	—
Normalnonylsäure (Pelargonsäure) $C^9H^{18}O^2$	16.1	—	—	8.3	—	16.6	—	19.9	21.3	—	—	33.8	1.38	0.46	0.26	0.13	0.24



Tafel 38.

8.

Capillarversuche mit **aromatischen Hydroxylderivaten (aromatischen Alkoholen)** bei 15—17 ° Celsius.
Die Steighöhen sind von der Eintauchsgrenze an gezählt.

	A. Mit freihangenden Filtrierpapierstreifen					**B. Mit zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen**										
	Steighöhe nach 3 Stunden	Minutensteighöhe von Anfang bis 180 Min.	Steighöhe nach 5 Stunden 30 Min.	Minutensteighöhe von 180 bis 330 Min.	Minutensteighöhe von Anfang bis 330 Min.	Steighöhe nach 120 Min.	Minutensteighöhe von Anfang bis 120 Min.	Steighöhe nach 270 Min. = 4 Std. 30 Min.	Minutensteighöhe von 120 bis 270 Min.	Steighöhe nach 470 Min. = 7 Std. 50 Min.	Minutensteighöhe von 270 bis 470 Min.	Steighöhe nach 1440 Min. = 24 Std.	Minutensteighöhe von 470 bis 1440 Min.	Steighöhe nach 2880 Min = 48 Std.	Steighöhe von 1440 bis 2880 Minuten	Minutensteighöhe von Anfang bis 2880 Min.
	cm	mm	cm	mm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	mm
Benzylalkohol $C^7 H^8 O = C^6 H^5 . CH^2 . OH$	19.9	1.11	21.4	1.18	0.648	14.2	1.18	21	0.453	26.7	0.28	40.5	0.14	55	0.10	0.19
Phenylaethylalkohol $C^8 H^{10} O = C^6 H^5 . CH^2 . CH^2 . OH$	16.2	0.9	17.5	0.97	0.53	10.2	0.85	15.7	0.36	20.7	0.25	33.5	0.13	41.9	0.058	0.14
Phenylpropylalkohol $C^9 H^{12} O = C^6 H^5 . (CH^2)^3 . OH$	13.4	0.74	—	—	—	9.6	0.80	14.8	0.34	19.4	0.23	31.3	0.12	39.3	0.055	0.13
Cuminalkohol $C^{10} H^{14} O = (CH^3)^2 . CH . C^6 H^4 . CH^2 . OH$	13	0.72	15.6	0.86	0.47	12	1.—	18	0.40	22.9	0.245	34.1	0.11	41	0.047	0.14
	cm	mm	cm	mm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	mm

C. Capillarversuche mit **Benzylalkohol** in zwischen

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten			Von Anfang bis 5. Min.
5	7 cm		14 mm
		1.7 cm	5.—10. Minute
10	8.7		3.4 mm
		1	
15	9 7		
		0.9	
20	10.6		
		0.7	
25	11.3		
		0.7	10.—30. Minute
30	12		1.65 mm
		0.5	
35	12.5		
		0.4	
40	13.2		
		0.5	
45	13.7		
		0.4	
50	14.1		
		0.5	
55	14.6		
		0.4	30.—60. Minute
60 (= 1 Stunde)	15		1 mm
		0.4	
65	15.4		
		0.4	
70	15.8		
		0.4	
75	16.2		
		0.3	
80	16.5		
		0.5	
85	17		
		0.3	60.–90. Minute
90	17.3		0.76 mm
		0.3	
95	17.6 cm		
		0.3	

Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 16 – 17 ° Cels.

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten			
100	17.9 cm		
		0.3 cm	
105	18.2		
		0.3	
110	18.5		
		0.3	
115	18.8		
		0.3	
120 (= 2 Stunden)	19.1		90.—120. Minute 0.6 mm
		0.2	
125	19.3		
		0.3	
130	19.6		
		0.5	
140	20.1		
		0.3	
145	20.4		
		0.2	
150	20.6		120.—150. Minute 0.5 mm
		0.2	
155	20.8		
		0.3	
160	21.1		
		0.2	
165	21.3		
		0.3	
170	21.6		
		0.2	
175	21.8		
		0.2	
180 (= 3 Stunden)	22		150.—180. Minute 0.46 mm
		20.5 cm	180.—1150. Minute
1150 (= 19 Stunden 10 Min.)	42.5 cm		0.21 mm

Minutensteighöhe zwischen Anfang und 1150. Minute 0.369 mm

9. Capillarversuche mit **Nitroderivaten des Benzols und seiner Homologen.** Zwischen Glaslinealen bei 17—19° Cels.

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	**Nitrobenzol** $C^6H^5 . NO^2$			**Orthonitrotoluol** $C^6H^4 . CH^3 NO^2$ (1) (2)			**Metanitrotoluol** $C^6H^4 . CH^3 . NO^2$ (1) (3)		
	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten 5	8.5 cm		Von Anfang bis 5. Minute 17 mm	10.2 cm		Von Anfang bis 5. Minute 20 mm	10.9 cm		Von Anfang bis 5. Minute 21.8 mm
10	10.5	2 cm	5.—10. Min. 4 mm	12.4	2.2 cm	5.—10. Min. 4.4 mm	13.1	2.2 cm	5.—10. Min. 4.4 mm
15	12.1	1.6		14.2	1.8		14.8	1.7	
20	13.5	1.4		15.6	1.4		16.2	1.4	
25	14.6	1.1		16.8	1.2		17.3	1.1	
30	15.6	1		17.8	1		18.3	1	
35	16.4	0.8		18.8	1		19.3	1	
40	17.3	0.9		19.6	0.8		20.1	0.8	
45	18	0.7		20.4	0.8		20.9	0.8	
50	18.6	0.6		21.1	0.7		21.6	0.7	
55	19.2	0.6		21.8	0.7		22.25	0.65	
60 (= 1 Stunde)	19.9	0.7	10.—60. Min. 1.88 mm	22.4	0.6	10.—60. Min. 2 mm	22.9	0.65	10.—60. Min. 1.96 mm
65	20.5	0.6		23	0.6		23.5	0.6	
70	21	0.5		23.6	0.6		24.1	0.6	
75	21.5	0.5		24.1	0.5		24.6	0.5	
80	22.1	0.6		24.6	0.5		25.1	0.5	
85	22.5	0.4		25.1	0.5		25.6	0.5	
		0.5			0.45			0.5	

90	23			25.55			26.1		
95	23.4	0.4		26	0.45		26.6	0.5	
100	23.8	0.4		26.4	0.4		27	0.4	
105	24.2	0.4		26.85	4.45		27.5	0.5	
110	24.6	0.4		27.2	0.35		27.9	0.4	
115	25.1	0.5		—			—		
120 (= 2 Stunden)	25.3	0.2	60.—120. Min. 0.9 mm	28	0.8	60.—120. Min. 0.93 mm	28.7	0.8	60.—120. Min. 0.96 mm
125	25.6	0.3		28.4	0.4		29.1	0.4	
130	26.1	0.5		28.7	0.3		29.5	0.4	
135	26.6	0.5		29.1	0.4		29.9	0.4	
140	26.9	0.3		29.4	0.3		30.2	0.3	
145	27.2	0.3		29.8	0.4		30.6	0.4	
150	27.6	0.4		30.1	0.3		31	0.4	
155	27.8	0.2		30.4	0.3		31.3	0.3	
160	28.1	0.3		30.8	0.4		31.6	0.3	
165	28.4	0.3		31.1	0.3		32	0.4	
170	28.7	0.3		31.4	0.3		32.3	0.3	
175	28.9	0.2		31.7	0.3		32.6	0.3	
180 (= 3 Stunden)	29.2	0.3	120.—180. Min. 0.65 mm	32	0.3	120.—180. Min. 0.66 mm	32.9	0.3	120.—180. Min. 0.7 mm
185	29.4	0.2		32.2	0.2		33.2	0.3	
190	29.7	0.3		32.5	0.3		33.5	0.3	
195	30	0.3		32.8	0.3		33.8	0.3	
200	30.3	0.3		33.1	0.3		34.1	0.3	
205	30.5	0.2		33.4	0.3		34.4	0.3	
210	30.8	0.3		33.6	0.2		34.65	0.25	
215 (= 3 Std. 35 Min.)	31.1 cm	0.3 cm	180.—215. Min. 0.54 mm	33.9 cm	0.3 cm	180.—215. Min. 0.54 mm	34.9 cm	0.25 cm	180.—215. Min. 0.57 mm

10.

Capillarversuche mit **Amidoderivaten des Benzols und seiner Homologen.**

A. Capillarversuche mit Amidobenzol (Anilin) und zwei seiner Homologen in zwischen Glaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen bei 17.5 — 18.5 ⁰ Cels.

Dauer des Versuchs in Minuten (Stunden)	**Amidobenzol** (Anilin) $C^6H^7N = C^6H^5 . NH^2$			**Orthoamidotoluol** $C^7H^9N = C^6H^4 . (CH^3)(NH^2)$			**Dimethylanilin** $C^8H^{11}N = C^6H^5 . N(CH^3)^2$		
	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Steighöhe pro Minute in mm	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in	Steighöhe pro Minute in mm
Minuten 5	7.5 cm		Von Anfang bis 5. Minute 15 mm	9 cm		Von Anfang bis 5. Minute 18 mm	12.5 cm		Von Anfang bis 5. Minute 25 mm
10	9.2	1.7 cm	5.—10. Min. 3.4 mm	10.8	1.8 cm	5.—10. Min. 3.6 mm	14.9	2.4 cm	5.—10. Min. 4.8 mm
15	10.5	1.3	10.—15. Min. 2.6 mm	12.2	1.4	10.—15. Min. 2.8 mm	16.8	1.9	10.—15. Min. 3.8 mm
20	11.5	1		13.3	1.1		18.4	1.6	
25	12.3	0.8		14.4	1.1		19.8	1.4	
30	13.1	0.8	15.—30. Min. 1.73 mm	15.2	0.8	15.—30. Min. 2 mm	21.1	1.3	15.—30. Min. 2.86 mm
35	13.8	0.7		16	0.8		22.2	1.1	
40	14.4	0.6		16.7	0.7		23.3	1.1	
45	15	0.6		17.4	0.7		24.4	1.1	
50	15.6	0.6		18	0.6		25.1	0.7	
55	16.1	0.5		18.6	0.6		26	0.9	
60 (= 1 Stunde)	16.6	0.5	30.—60. Min. 1.16 mm	19.2	0.6	30.—60. Min. 1.26 mm	27	1	30.—60. Min. 1.96 mm
65	17.1	0.5		19.6	0.4		27.7	0.7	
70	17.6	0.5		20.1	0.5		28.5	0.8	
75	18	0.4		20.6	0.5		29.2	0.7	
80	18.5	0.5		21.1	0.5		29.8	0.6	
		0.4			0.4			0.8	

85	18.9	0.3	60.—90. Min. 0.86 mm	21.5	0.4	60.—90. Min 0.86 mm	30.6	0.6	60.—90. Min. 1.40 mm
90	19.2	0.4		21.9	0.4		31.2	0.6	
95	19.6	0.4		22.3	0.4		31.8	0.6	
100	20	0.3		22.7	0.4		32.4	0.6	
105	20.3	0.3		23.1	0.4		33	0.4	
110	20.6	0.7	90.—120. Min. 0.70 mm	23.5	0.5	90.—120. Min. 0.70 mm	33.4	1.1	90.—120. Min. 1.10 mm
120 (= 2 Stunden)	21.3	0.3		24	0.4		34.5	0.4	
125	21.6	0.3		24.4	0.4		34.9	0.5	
130	21.9	0.3		24.8	0.3		35.4	0.4	
135	22.2	0.3		25.1	0.3		35.8	0.4	
140	22.5	0.2		25.4	0.3		36.2	0.5	
145	22.7	0.3	120.—150. Min. 0.56 mm	25.7	0.3	120.—150. Min. 0.63 mm	36.7	0.4	120.—150. Min. 0.86 mm
150	23	0.3		26	0.2		37.1	0.4	
155	23.3	0.3		26.2	0.3		37.5	0.5	
160	23.6	0.2		26.5	0.2		38	0.4	
165	23.8	0.3		26.7	0.3		38.4	0.4	
170	24.1	0.2		27	0.3		38.8	0.4	
175	24.3	0.3	150.—180. Min. 0.53 mm	27.3	0.2	150.—180. Min. 0.53 mm	39.2	0.4	150.—180. Min. 0.83 mm
180 (= 3 Stunden)	24.6	0.2		27.5	0.3		39.6	0.2	
185	24.8	0.2		27.8	0.3		39.8	0.4	
190	25	0.3		28.1	0.2		40.2	0.4	
195	25.3	0.2		28.3	0.3		40.6	0.3	
200	25.5	0.2		28.6	0.2		40.9	0.3	
205	25.7	0.3		28.8	0.2		41.2	0.3	
210	26	0.2	180.—215. Min. 0.45 mm	29	0.2 cm	180.—215. Min. 0.48 mm	41.5	0.3 cm	180.—215. Min. 0.628 mm
215 (= 3 Std. 35 Min.)	26.2	17.2 cm		29.2 cm			41.8 cm		
1380 (= 23 Stunden)	43.4 cm			später ganz über 54.8 cm hinausgestiegen			später ganz über 54.8 cm hinausgestiegen		

B. Dreifache Capillarversuche mit **vier chemisch reinen Anilinproben** ($C^6H^5 . NH^2$) in freihangenden Filtrierpapierstreifen.

Dauer des Versuchs in Minuten	Anilinprobe No. I			Anilinprobe No. II			Anilinprobe No. III			Anilinprobe No. IV			Mittel der 12 Steighöhen von der Eintauchsgrenze an in cm	Minutensteighöhe in mm
	Versuche 1	2	3	Versuche 1	2	3	Versuche 1	2	3	Versuche 1	2	3		
	Steighöhen von der Eintauchsgrenze an in Centimeter													
Minuten	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	Von Anfang bis 15. Minute
15	4.6	4.5	3.7	4.2	4.4	4.45	4.4	5	4.5	4.95	5.4	4.7	4.55	3.03 mm
30	6.4	6.4	6	6.1	6.55	6.65	5.7	7.3	6.6	6.6	7.2	6.65	6.5	15.—30. Min. 1.3 mm
45	7.9	7.9	7.7	7.35	8.15	8.35	7.1	9.15	8.6	8.1	8.7	8.3	8.1	30.—60. Min.
60 (= 1 Stunde)	9.15	9.25	8.95	8.55	9.95	9.6	8.35	10.55	10.15	9.2	10	9.75	9.45	0.98 mm
75	10.35	10.35	10.1	9.65	11.65	10.9	9.45	11.9	11.55	10.2	11.2	10.9	10.66	
90	12.2	11.65	11.1	10.45	12 55	11.8	10.3	12.9	12.6	11.05	12	11.8	11.69	
165	16.1	15.55	15.2	15.6	14.55	16.4	14.3	17.35	17.15	15.35	16.4	16	15.8	60.—180. Min.
180 (= 3 Stunden)	16.45	16.95	15.6	16	15.05	16.8	14.8	17.9	17.65	15.85	17	16.65	16.38	0.57 mm
195	16.95	18.4	15.85	16.5	15.5	17.2	15.3	18.5	18.45	16.45	17.55	17.15	17	
210	17.15	18.7	16.05	16.7	15.8	17.4	15.9	18.9	18.85	16.95	17.85	17.55	17.35	
225	17.5	19.1	16.25	17	16.15	17.65	16.3	19.3	19.15	17.45	18.05	17.95	17.7	180.—240. Min.
240 (= 4 Stunden)	17.9	19.5	16.55	17.3	16.5	18	16.7	19.7	19.45	17.95	18.35	18.25	18.08	0.28 mm
255	18.3	19.8	16.85	17.6	16.8	18.3	17.1	20.1	19.8	18.25	18.65	18.55	18.4	
270	18.6	20.05	17.15	17.8	17.1	18.5	17.4	20.4	20.1	18.5	18.9	18.85	18.7	240.—300. Min.
300 (= 5 Stunden)	19.35	20.75	17.95	18.3	17.8	19	18.1	21.1	20.85	19.4	19.9	19.6	19.4	0.22 mm

330	20	21.3	18.65	18.8	18.4	19.55	18.8	21.7	21.55	20.15	20.7	20.35	20.1	
345	20.3	21.55	18.95	19.1	18.75	19.85	19.3	22.1	21.85	20.45	21	20.65	20.4	
360 (= 6 Stunden)	20.6	21.85	19.25	19.4	19.1	20.1	19.7	22.45	22.15	20.95	21.35	20.95	20.7	300.—360. Min. 0.21 mm
375	20.9	22.1	19.55	19.7	19.45	20.4	20	22.75	22.45	21.25	21.55	21.2	21	
390	21.15	22.5	19.85	20	19.75	20.65	20.3	23.05	22.7	21.45	21.75	21.4	21.2	
405	21.45	22.75	20.05	20.3	20.05	20.9	20.5	23.3	22.9	21.75	21.95	21.6	21.4	
420 (= 7 Stunden)	21.7	23	20.35	20.6	20.35	21.1	20.75	23.55	23.1	21.95	22.15	21.8	21.6	360.—420. Min. 0.15 mm
435	22	23.3	20.65	20.8	20.6	21.3	20.95	23.7	23.35	22.25	22.35	22.05	21.9	
1245 (= 20 Std. 45 M.)	36.55	37.95	36.65	35.3	35.1	33.7	35.25	37.1	36.7	35.85	34.05	34.65	35.7	
1305	37.15	38.4	37.2	35.9	35.65	34.15	35.9	37.5	37.2	36.3	34.5	35.1	36.2	
1365 (= 22 Std. 45 M.)	37.75	38.95	37.8	36.35	36.2	34.55	36.4	37.9	37.7	36.7	34.9	35.5	36.7	
1425	38.25	39.45	38.3	36.85	36.6	34.95	36.75	38.75	38.1	37.1	35.25	35.85	37.1	
1485 (= 24 Std. 45 M.	38.6	39.85	38.75	37.25	37.05	35.35	37.1	39.1	38.45	37.45	35.55	36.2	37.5	420.—1485. Min. 0.14 mm
1605 (= 26 Std. 45 M.)	39.25	40.65	39.8	37.95	37.85	36.05	38.1	40.1	38.55	38.55	36.6	37.15	38.3	
1905 (= 31 Std. 45 M.)	41.35	42.95	42.1	39.95	40.05	38.2	40.8	42.5	40.6	41.35	39.3	39.85	40.7	1485.—1905. Min. 0.076 mm
2685 (= 44 Std. 45 M.)	46.7	48.25	48	45.3	45.55	43.2	45.6	47.1	45.7	45.35	43.5	44.75	45.7	
2895 (= 48 Std. 15 M.)	47.4	49.15	49	46.1	46.35	44	46.6	47.8	46.6	46.25	44.4	45.65	46.6	1905.—2895. Min. 0.059 mm
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	

C. Capillarversuche mit **vier chemisch reinen Orthotoluidinproben** ($C^6H^4 . \underset{(1)}{CH^3} . \underset{(2)}{NH^2}$) in freihangenden Filtrierpapierstreifen.

Dauer des Versuchs in Minuten	Orthotoluidinproben I	II	III	IV	Mittel der vier Steighöhen in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhe in mm
	Steighöhen von der Eintauchsgrenze an in Centimeter						
Minuten							
15	4.7 cm	4.8 cm	4.6 cm	4.6 cm	4.67 cm		Von Anfang bis 15. Minute 3.11 mm
30	6.9	6.8	6.8	6.8	6.82	2.15 cm	15.—30. Min. 1.43 mm
45	8.6	8.4	8.3	8.5	8.45	1.63	
60 (= 1 Stunde)	10	9.8	9.7	9.8	9.85	1.40	30.—60. Min. 1.01 mm
75	11.3	11	10.8	11.1	11.08	1.23	
90	12.5	12.2	12.1	11.8	12.15	1.07	
105	13.4	13	12.9	13.2	13.12	0.97	
120 (= 2 Stunden)	14.2	13.9	13.9	14.2	14.05	0.93	60.—120. Min. 0.7 mm
135	15.1	14.7	14.6	14.9	14.82	0.77	
225	19.6	18.8	18.9	19	19.1	4.28	
240 (= 4 Stunden)	20.1	19.5	19.5	19.5	19.65	0.55	120.—240. Min. 0.46 mm
255	20.6	19.9	20	20.1	20.15	0.50	
270	21.1	20.4	20.5	20.6	20.65	0.50	
285	21.6	20.8	21.1	21.1	21.15	0.50	
300 (= 5 Stunden)	22.1	21.3	21.6	21.55	21 64	0.49	240.—300. Min. 0.33 mm
330	23.1	22.3	22.5	22.55	22.61	0.97	
						0.40	

345	23.5	22.7	22.9	22.95	23.01	0.40	
360 (= 6 Stunden)	24	23.1	23.3	23.25	23.41	0.39	300.—360. Min. 0.29 mm
375	24.4	23.5	23.7	23.6	23.8	0.34	
390	24.7	23.8	24.1	23.95	24.14	0.33	
405	25.1	24.1	24.4	24.3	24.47	0.32	
420 (= 7 Stunden)	25.4	24.4	24.8	24.55	24.79	0.32	360.—420. Min. 0.23 mm
435	25.7	24.7	25.2	24.85	25.11	0.29	
450	25.9	25	25.5	25.2	25.4	14.2	
1275 (= 21 Std. 15 M.)	39.7	39.3	40.1	39.3	39.6	0.56	
1335 (= 22 Std. 15 M.)	40.2	39.9	40.8	39.75	40.16	1.12	
1455 (= 24 Std. 15 M.)	41.3	40.9	42.1	40.85	41.28	0.51	420.—1455. Min. = 24 Std. 12 Min. 0.159 mm
1515 (= 25 Std. 15 M.)	41.8	41.4	42.6	41.35	41.79	2.11	
1725 (= 28 Std. 45 M.)	43.9	43.5	44.7	43.5	43.9	0.92	
1845 (= 30 Std. 45 M.)	44.7	44.5	45.7	44.4	44.82	0.88	
1965 (= 32 Std. 45 M.)	45.6	45.5	46.6	45.3	45.7	5.48	
2805 (= 46 Std. 45 M.)	50.8	51.2	51.9	50.8	51.18	0.22	1455.—2805. Min. 0.073 mm
2865 (= 47 Std. 45 M.)	51	51.5	52.1	51	51.4	0.2 cm	2805.—2880. Min. 0.056 mm
2880 (= 48 Stunden)	51.2 cm	51.8 cm	52.3 cm	51.1 cm	51.6 cm		

D. Capillarversuche mit **Diaethylanilin** $C^{10}H^{15}N = C^6H^5N(C^2H^5)^2$ in freihangenden Filtrierpapierstreifen.

Dauer des Versuchs in Minuten	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhe in mm
Minuten			
15	7.6 cm		Von Anfang bis 15. Min. 5 mm
30	10.6	3 cm	15. — 30. Min. 2 mm
45	12.9	2.3	30. — 45. „ 1.53 „
60 (= 1 Stunde)	14.7	1.8	45. — 60. „ 1.2 „
75	16.4	1.7	60. — 75. „ 1.13 „
90	18	1.6	75. — 90. „ 1.06 „
105	19.2	1.2	90.—105. „ 0.8 „
120 (= 2 Stunden)	20.4	1.2	105.—120. „ 0.8 „
135	21.5	1.1	120.—135. „ 0.73 „
150	22.5	1	135.—150. „ 0.66 „
225	26.7	4.2	150.—225. „ 0.56 „
240 (= 4 Stunden)	27.4	0.7	225.—240. „ 0.46 „
255	28.1	0.7	240.—255. „ 0.46 „
270	28.8	0.7	255.—270. „ 0.46 „
285	29.4	0.6	270.—285. „ 0.40 „
300 (= 5 Stunden)	29.9	0.5	285.—300. „ 0.33 „
315	30.4	0.5	300.—315. „ 0 33 „
330	30.9	0.5	315.—330. „ 0.33 „
345	31.45	0.55	330.—345. „ 0.36 ? „
360 (= 6 Stunden)	32	0.55	345.—360. „ 0.36 ? „
375	32.5	0.5	360.—375. „ 0.33 „
390	32.9	0.4	375.—390. „ 0.26 „
405	33.35	0.45	390.—405. „ 0.30 „
420 (= 7 Stunden)	33.75	0.4	405.—420. „ 0.26 „
435	34.15	0.4	420.—435. „ 0.26 „
450	34.6	0.45	435.—450. „ 0.30? „
465	35	0.4	450.—465. „ 0.26 „
480 (= 8 Stunden)	35.4	0.4	465.—480. „ 0.26 „
495	35.75	0.35	480.—495. „ 0.23 „
1275	50.75	15	495.—1275. „ 0.19 „
1335	51.25	0.5	1275.—1335. „ 0.08 „
1395	51.75	0.5	1335.—1395. „ 0.08 „
1440 (= 24 Stunden)	52.1 cm	0.35 cm	1395.—1440. „ 0.08 mm

XII. Capillarversuche mit wässerigen Lösungen anorganischer Salze. Tafel 44.

A. Capillarversuche mit den Lösungen von **Jodkalium, Kalium-, Magnesium-, Cupri-, Nickel- und Natriumsulfat,** welche in je einem Liter $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht des kristallisierten Salzes in Grammen enthielten.

	Gehalt eines Liters an $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in gr	Steighöhe in cm von der Eintauchsgrenze an gerechnet	Relative Steighöhe der Salze	
Jodkalium K J	16.471 gr	127.8 cm	2.95	Violettlich rosaner Schein der oberen 79.8 cm
Kaliumsulfat $K^2 SO^4$	17.299	45.7	1.05	Oberste 4 cm mit Salzkruste bedeckt
Magnesiumsulfat $Mg SO^4 + 7 H^2 O$	24.469	43.2	1	Oberste 5 cm dito
Cuprisulfat $Cu SO^4 + 5 H^2 O$	24.787	44.75	1.03	Oberste 6.4 cm mit grünlich blauer Salzkruste bedeckt, darunter sehr hellgelbgrünlich
Nickelsulfat $Ni SO^4 + 7 H^2 O$	27.892	43.7	1.01	Oberste 1.9 cm bläulich-grünlich, darunter 7.2 cm malachitgrüne Kruste, hierunter grünliche Hochspur
Natriumsulfat $Na^2 SO^4 + 10 H^2 O$	31.991 gr	43.15 cm	1	Oberste 4.2 cm mit Salzkruste bedeckt.
Destilliertes Wasser	—	53 cm	—	—

B. 24-stündige Capillarversuche mit denselben, in einem Liter auch $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht des Salzes in Grammen enthaltenden Lösungen in 2 cm breiten, zwischen 5 cm breiten Doppelglaslinealen liegenden Filtrierpapierstreifen.

Die Steighöhe ist von der Eintauchsgrenze an gerechnet.

	Steighöhe in cm nach 10 Min.	Steighöhe in cm nach 60 Min.	Steighöhe in cm nach 120 Min.	Steighöhe in cm nach 300 Min.	Steighöhe in cm nach 360 Min.	Steighöhe in cm nach 600 Min.	Minutensteighöhe vom Anfang bis zur 600. Minute in mm	Steighöhe in cm nach 1440 Min.
Jodkalium	12.4 cm	23.3 cm	29.6 cm	38.6 cm	40.4 cm	45.1 cm	0.75 mm	über das Streifende gewandert
Kaliumsulfat	12.2	21.6	27.1	34.9	36	38.9	0.648	46.8
Magnesiumsulfat	12.3	21.6	26.5	33.6	34.6	37.4	0.62	43.4
Cuprisulfat	13.2	24	30	38.3	39.8	44	0.73	über das Streifende gewandert
Nickelsulfat	12.3	22.4	28.2	36.4	38	41.8	0.69	über das Streifende gewandert
Natriumsulfat	11.9 cm	22 cm	27.7 cm	36.4 cm	38.2 cm	42.6 cm	0.71 mm	über das Streifende gewandert

Die Minutensteighöhen waren in Millimeter zu verschiedenen Zeitperioden des Versuchs von:

	Anfang bis 10. Minute	30. bis 40. Minute	40. bis 50. Minute	70. bis 80. Minute	100. bis 110. Minute	120. bis 130. Minute	130. bis 260. Minute	260. bis 270. Minute	290. bis 300. Minute	320. bis 330. Minute	360. bis 370. Minute	470. bis 490. Minute	490. bis 510. Minute
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jodkalium	12.4	2	1.7	1.2	0.8	0.7	0.52	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
Kaliumsulfat	12.2	1.7	1.5	1.1	0.8	0.7	0.46	0.4	0.2	0.2	0.2	0.15	0.1
Magnesiumsulfat	12.3	1.7	1.3	1	0.7	0.6	0.41	0.3	0.3	0.3	0.2	0.15	0.1
Cuprisulfat	13.2	1.9	1.7	1.4	0.9	0.7	0.48	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1
Nickelsulfat	12.3	1.9	1.5	1	0.8	0.7	0.48	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.15
Natriumsulfat	11.9	1.9	1.5	1	0.9	0.6	0.51	0.4	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2

C. Capillarversuche mit denselben Konzentrationen der wässerigen Lösungen der sechs Salze, bei welchen jedoch die Doppelglaslineale in verschiedenen Höhen mittelst Klebpapierbändern dicht aneinander angepresst waren.

Die von der Eintauchsgrenze an gerechneten Steighöhen waren in Centimeter nach:

	30 Minuten	60 Minuten	120 Minuten	300 Minuten	420 Minuten	480 Minuten	540 Minuten	Minutensteighöhe von Anfang des Versuchs bis 540. Min. in mm
Jodkalium	19.2 cm	24.6 cm	30.5 cm	39.9 cm	43.5 cm	45 cm	46.4 cm	0.859 mm
Kaliumsulfat	19.6	24.6	30.3	39.3	42.9	44.3	45.6	0.84
Magnesiumsulfat . . .	19.1	23.8	29.2	38	41.4	42.7	44	0.81
Cuprisulfat	20	25.3	31.6	40.3	42.8	44.6	45.7	0 84
Nickelsulfat	18.6	23.6	29.1	37.3	40.2	41.4	42.2	0.78
Natriumsulfat	18 cm	23.3 cm	29.3 cm	38.9 cm	42.6 cm	44.2 cm	45.2 cm	0.83 mm

Die Minutensteighöhen waren in Millimeter zu verschiedenen Zeitperioden des Versuchs von:

	Anfang bis 30. Minute	30.—60. Minute	60.—120. Minute	120.—300. Minute	300.—420. Minute	420.—480. Minute	480.—540. Minute
Jodkalium	6.4 mm	1.8 mm	0.98 mm	0.52 mm	0.3 mm	0.25 mm	0.23 mm
Kaliumsulfat	6.53	1.66	0.95	0.5	0.3	0.23	0.21
Magnesiumsulfat . . .	6.36	1.56	0.90	0.49	0.28	0.21	0.21
Cuprisulfat	6.66	1.76	1.05	0.48	0.2	0.3	0.18
Nickelsulfat	6.2	1.66	0.91	0.45	0.24	0.2	0.13
Natriumsulfat	6 mm	1.76 mm	1 mm	0.53 mm	0.3 mm	0.26 mm	0.16 mm

D. Vergleich der Steighöhen von 5 Verdünnungen der, siehe Tafel 44 A, zitierten Zehntel Normallösung des **Kalium- und Cuprisulfats** mit je $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in Grammen im Liter mit den Steighöhender beiden $\frac{1}{10}$ Normallösungen.

Die Zahlen der, sieben verschiedenen Zeitperioden des Versuchs entsprechenden senkrechten Kolonnen geben die Steighöhenreihenfolge der sechs Konzentrationen der beiden Sulfate an, wobei die geringste Steighöhe zu 1 angenommen ist.

Konzentration der Lösung	**Versuche mit Kaliumsulfatlösungen**								**Versuche mit Cuprisulfatlösungen**						
	30. Minute	90. Minute	270. Minute	330. Minute	390. Minute	450. Minute	510. Minute		30. Minute	90. Minute	270. Minute	330. Minute	390. Minute	450. Minute	510. Minute
$\frac{1}{10}$ Normallösung mit $\frac{1}{10}$ Gramm Molekulargewicht des Salzes im Liter	1.11	1.11	1.05	1.05	1.04	1.03	1.02		1.08	1.04	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02
$\frac{1}{20}$ Gr. Molekulargew. im Liter	1.09	1.08	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04		1.06	1.04	1.06	1.06	1.06	1.07	1.08
$\frac{1}{40}$ Gr. Molekulargew. im Liter	1	1	1	1	1	1	1		1.1	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
$\frac{1}{60}$ Gr. Molekulargew. im Liter	1.06	1.06	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03		1	1	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03
$\frac{1}{80}$ Gr. Molekulargew. im Liter	1.10	1.11	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05		1.1	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
$\frac{1}{100}$ Gr. Molekulargew. im Liter	1.14	1.15	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10		1.01	1	1	1	1	1	1

Capillarversuche mit **wässerigen Salzlösungen,** welche im Liter $\frac{1}{10}$ Molekulargewicht (in Grammen) der chemisch reinen kristallisierten Salze enthielten, zwischen Glaslinealen, bei 16—19° C.

Die Steighöhe zählt von der Eintauchsgrenze an.

Zeitdauer des Versuchs in Minuten	Jodkalium KJ 16.471 gr im Liter			Cuprisulfat $CuSO^4 + 5H^2O$ 24.787 gr im Liter			Nickelsulfat $NiSO^4 + 7H^2O$ 27.892 gr im Liter			Natriumsulfat $Na^2SO^4 + 10H^2O$ 31.991 gr im Liter		
	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minutensteighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm
Minuten	cm	cm		cm	cm	mm	cm	cm	mm	cm	cm	mm
10	12.4		0. — 10. Min. 12.4 mm	13.2		13.2	12.3		12.3	11.9		11.9
20	15.6	3.2	10. — 20. „ 3.2 „	16.5	3.3	3.3	15.3	3	3	15	3.1	3.1
30	18.2	2.6	20. — 30. „ 2.6 „	18.9	2.4	2.4	17.6	2.3	2.3	17.3	2.3	2.3
40	20.2	2	30. — 40. „ 2 „	20.8	1.9	1.9	19.5	1.9	1.9	19.2	1.9	1.9
50	21.9	1.7	40. — 50. „ 1.7 „	22.5	1.7	1.7	21	1.5	1.5	20.7	1.5	1.5
60	23.3	1.4	50. — 60. „ 1.4 „	24	1.5	1.5	22.4	1.4	1.4	22	1.3	1.3
70	24.6	1.3	60. — 70. „ 1.3 „	25.2	1.2	1.2	23.7	1.3	1.3	23.2	1.2	1.2
80	25.8	1.2	70. — 80. „ 1.2 „	26.4	1.4	1.4	24.7	1	1	24.2	1	1
90	26.9	1.1	80. — 90. „ 1.1 „	27.3	0.9	0.9	25.7	1	1	25.2	1	1
100	27.9	1	90. — 100. „ 1 „	28.3	1	1	26.6	0.9	0.9	26	0.8	0.8
110	28.7	0.8	100.—110. „ 0.8 „	29.2	0.9	0.9	27.4	0.8	0.8	26.9	0.9	0.9
120	29.6	0.9	110.—120. „ 0.9 „	30	0.8	0.8	28.2	0.8	0.8	27.7	0.8	0.8
130	30.3	0.7	120.—130. „ 0.7 „	30.7	0.7	0.7	28.9	0.7	0.7	28.3	0.6	0.6
260	37.1	6.8	130.—260. „ 0.52 „	37	6.3	0.48	35.2	6.3	0.48	35	6.7	0.51
270	37.5	0.4	260.—270. „ 0.4 „	37.3	0.3	0.3	35.5	0.3	0.3	35.4	0.4	0.4
280	37.9	0.4	270.—280. „ 0.4 „	37.7	0.4	0.4	35.8	0.3	0.3	35.6	0.2	0.2
290	38.2	0.3	280.—290. „ 0.3 „	38	0.3	0.3	36.1	0.3	0.3	36.1	0.5	0.5

Fortsetzung Zeitdauer des Versuchs in Minuten	Jodkalium K J 16.471 gr im Liter			Cuprisulfat $Cu SO^4 + 5 H^2O$ 24.787 gr im Liter			Nickelsulfat $Ni SO^4 + 7 H^2O$ 27.892 gr im Liter			Natriumsulfat $Na^2 SO^4 + 10 H^2O$ 31.991 gr im Liter		
	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minutensteighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm	1 Steighöhen in cm	2 Differenz in cm	3 Minuten-steighöhen in mm
Minuten	cm	cm		cm	cm	mm	cm	cm	mm	cm	cm	mm
300	38.6	0.4	290.—300. Min. 0.4 mm	38.3	0.3	0.3	36.4	0.3	0.3	36.4	0.3	0.3
310	38.9	0.3	300.—310. „ 0.3 „	38.6	0.3	0.3	36.7	0.3	0.3	36.7	0.3	0.3
320	39.2	0.3	310.—320. „ 0.3 „	38.8	0.2	0.2	36.9	0.2	0.2	37	0.3	0.3
330	39.5	0.3	320.—330. „ 0.3 „	39.1	0.3	0.3	37.2	0.3	0.3	37.4	0.4	0.4
340	39.8	0.3	330.—340. „ 0.3 „	39 3	0.2	0 2	37.5	0.3	0.3	37.6	0.2	0.2
350	40.1	0.3	340.—350. „ 0.3 „	39.6	0.3	0.3	37.8	0.3	0.3	37.9	0.3	0.3
360	40,4	0.3	350.—360. „ 0.3 „	39.8	0.2	0.2	38	0.2	0.2	38.2	0.3	0.3
370	40.6	0.2	360.—370. „ 0.2 „	40	0.2	0.2	38.2	0.2	0.2	38.4	0.2	0.2
380	40.9	0.3	370.—380. „ 0.3 „	40.1	0.1	0.1	38.4	0.2	0.2	38.7	0.3	0.3
390	41.1	0.2	380.-390. „ 0.2 „	40.5	0.4	0.4	38.7	0.3	0.3	38.9	0.2	0.2
410	41.6	0.5	390.-410. „ 0.25 „	40.9	0.4	0.2	39.1	0.4	0.2	39.4	0.5	0.25
430	42.1	0.5	410.-430. „ 0.25 „	41.3	0.4	0.2	39.5	0.4	0.2	39.8	0.4	0.2
450	42.6	0.5	430.-450. „ 0.25 „	41.7	0.4	0.2	39.8	0.3	0.15	40.2	0.4	0.2
470	43	0.4	450.-470. „ 0.2 „	42.1	0.4	0.2	40.1	0.3	0.15	40.6	0.4	0.2
490	43.4	0.4	470.-490. „ 0.2 „	42.5	0.4	0.2	40.5	0.4	0.2	41	0.4	0.2
510	43.8	0.4	490.-510. „ 0.2 „	42.7	0.2	0.1	40.8	0.3	0.15	41.4	0.4	0.2
540	44 2	0.4	510.—540. „ 0.13 „	43.2	0.5	0.16	41.1	0.3	0.1	41.6	0.2	0.06
600	45.1	0.9	540.—600. „ 0.15 „	44	0.8	0.13	41.8	0.7	0.11	42.6	1	0.16

Minutensteighöhe von Anfang des Versuchs bis zur 600. Minute:

0.75 mm . . . . 0.73 mm . . . . . . 0.696 mm . . . . . 0.71 mm

A. Capillarversuche mit frei im geschlossenen Glaskasten hangenden 3 cm in die Soole eintauchenden Streifen des früher von mir verwendeten Filtrierpapiers.

Dauer des Versuchs in Minuten	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz der aufeinander folgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhen in mm	Dauer des Versuchs in Minuten	Steighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	Differenz der aufeinander folgenden Steighöhen in cm	Minutensteighöhen in mm
Minuten				Minuten	Fortsetzung		
5	6,1 cm		V. Anfang bis 5. Min. 12.2 mm	875 (= 14 St. 35 Min.)	24.2 cm		V. 575.—875. Min. 0.106 mm
		2 cm	5 —55. Min. 0.4 mm			0.5 cm	
55	8.1			925 (= 15 St. 25 Min.)	24.7		
		3.5	55.—120. Min. 0.54 mm			0.5	
120 (= 2 St.)	11 6			975 (=16 St. 15 Min.)	25.2		
		7.9				0.5	
425 (= 7 St. 5 Min.)	19.5			1025 (= 17 St. 5 Min.)	25.7		
		1				0.5	
525 (= 8 St. 45 Min.)	20.5			1075 (= 17 St. 55 Min.)	26.2		
		0.5	120.—575. Min. 0.2 mm			0.6	
575 (= 9 St. 35 Min.)	21			1125 (= 18 St. 45 Min.)	26.8		
		0.6				0.5	v. 875.—1175. Min. 0.10 mm
625 (= 10 St. 25 Min.)	21.6			1175 (= 19 St. 35 Min.)	27.3		
		0.5				0.5	
675 (= 11 St. 15 Min.)	22.1			1225 (= 20 St. 25 Min.)	27.8		
		0.5				0.5	
725 (= 12 St. 5 Min.)	22.6			1275 (= 21 St. 15 Min.)	28.3		
		0.6				0.6	
775 (= 12 St. 55 Min.)	23.2			1325 (= 22 St. 5 Min.)	28.9		
		0.5				0.6 cm	v. 1175.—1385. Min. 0.10 mm
825 (= 13 St. 45 Min.)	23.7 cm			1385 (= 23 St. 5 Min.)	29.5 cm		
		0.5 cm					

Die Minutensteighöhe von Anfang an bis zur 1385. Minute beträgt 0,21 mm.

B. Capillarversuche mit der **Soole und ihren Verdünnungen mit Wasser** zwischen Glaslinealen, bei 17—18° Cels. Die Steighöhe zählt von der Eintauchsgrenze an.

	nach 30 Minuten	nach 90 Minuten	nach 270 Minuten	nach 330 Minuten	nach 390 Minuten	nach 450 Minuten	nach 510 Minuten	Minutensteighöhe von Anfang bis 510. Min.	nach 1470. Min. = 24 St. 30 Min.	Minutensteighöhe von Anfang bis 1470. Min.
Normale 100prozent. Soole	16.2 cm	20.3 cm	31.8 cm	33.6 cm	35.1 cm	36.5 cm	37.6 cm	0.74 mm	47.1 cm	0.32 mm
50 volumprozentige Soole	18.35	22.8	35	36.9	38.4	39.6	40.8	0.8	49.8	0.34
25 „ „	18	22.8	35.1	37	38.6	40	41.3	0.81	51	0.347 mm
12.5 „ „	20.3	24.9	38	40	41.6	42.9	44.1	0.86	über 55 cm	?
2.083 „ „	21 cm	26 cm	40.1 cm	42.3 cm	44.1 cm	45.7 cm	47.1 cm	0.92 mm	über 55 cm	?

C. Capillarversuche mit **verschieden stark verdünnter Bromnatriumlösung** zwischen Glaslinealen bei 15—18° Celsius. Die Steighöhe ist von der Eintauchsgrenze an gerechnet.

	nach 30 Minuten	nach 90 Minuten	nach 1050 Min. = 17 St. 30 Min.	nach 1290 Min. = 21 St. 30 Min.	Minutensteighöhe von Anfang bis 1290 Min.	nach 1410 Min. = 23 St. 30 Min.	Bromreaktion mit verdünnter Schwefelsäure, Chloroform und Chlorwasser
$\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in Gramm = 10.301 gr im Liter = 100 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung	19.6 cm	28 cm	50.1 cm	50.96 cm	0.39 mm	über 55 cm	Streif: sehr starke gelbe Färbung. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform sehr lebhaft gelb.
5.1505 gr im Liter = 50 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung	19.9	28.4	51.7	52.9	0.41	dito	Streif: oberster $\frac{1}{3}$ s. lebh. gelb, unt. $\frac{2}{3}$ hellgelblich. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform lebhaft gelb.
3.433 gr im Liter = 33,33 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung.	19.5	28.4	über 55 cm	?	?	?	Streif: zu oberst gelblich, darunter leise, zu unterst spurenweise gelblich. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform lebhaft gelb.

D. Capillarversuche mit **verschieden stark verdünnter Bromnatriumlösung** in freihangenden Streifen bei 15—18° Celsius. Die Steighöhe ist von der Eintauchsgrenze an gerechnet.

	nach 1440 Min. = 24 St.	Minuten Steighöhe von Anfang bis 1440. Min.	Bromreaktion mit verdünnter Schwefelsäure, Chloroform und Chlorwasser.
$\frac{1}{10}$ Molekulargewicht in Gramm 10.301 gr im Liter = 100 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung	44.7 cm	0.31 mm	Streif: obere $\frac{1}{2}$ lebhaft gelb, untere $\frac{1}{2}$ schwach gelb. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform lebhaft gelb.
1.717 gr im Liter = 16.66 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung	45.5	0.316	Streif: oben gelb, darunter gelblich, zu unterst sehr hellgelblich. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform lebhaft gelb.
0.0137 gr im Liter = 0.13 %ige $\frac{1}{10}$ Normallösung	48.3	0.335	Streif: zu oberst gelblich, darunter s. s. s. leise, zu unterst kaum sichtbare [Hochspur. 90 cc Flüssigkeit: Chloroform sehr hellgelblich.

XIV. Capillarversuche mit Vollmilch und abgerahmter Vollmilch, sowie mit deren Verdünnungen mit Wasser.

Tafel 47.

A. Sehr kurze Zeit dauernde Capillarversuche mit **Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser** in freihangenden Streifen. Nach deren Trocknen an der Luft wurden die Streifen mittelst Aether vom Butterfett befreit.

Versuchsreihe mit Milchprobe I

	3 Centimeter Eintauchszone		Von der Eintauchsgrenze an gezählt, in Centimeter			Totalsteighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm
	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	Weisser Beschlag	Weisser Beschlag	Durchscheinend wie Pergamentpapier	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	
Vollmilch	2.05 cm	0.95 cm	—	2.5 cm	—	2.5 cm
75 V % Milch, 25 V % Wasser	2.7	0.3	—	3.2	—	3.2
40 „ „ 60 „ „	2.8	0.2	—	2.7	1.59 cm	4.29
40 „ „ 60 „ „	2.8	0.2	—	1.1	3.6	4.7
30 „ „ 70 „ „	2.65	0.35	—	3.75	4.9	8.65
20 „ „ 80 „ „	2.45 cm	0.55 cm	—	3.55 cm	6.1 cm	9.65 cm

Versuchsreihe mit Milchprobe II

	3 Centimeter Eintauchszone		Von der Eintauchsgrenze an gezählt, in Centimeter			Totalsteighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm
	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	Weisser Beschlag	Weisser Beschlag	Durchscheinend wie Pergamentpapier	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	
Ganze Milch	2.15 cm	0.85 cm	1.7 cm	2 cm	—	3.7 cm
50 V % Milch, 50 V % Wasser	2.37	0.63	—	4.37	0.4 cm	4.77
40 „ „ 60 „ „	2.65	0.35	0.2	1.45	4.45	6.10
35 „ „ 65 „ „	2.8	0.2	0.1	2.7	3.48	6.28
30 „ „ 70 „ „	2.8	0.2	0.3	2.5	3.8	6.6
25 „ „ 75 „ „	2.6	0.4	—	1.3	5.45	6.75
20 „ „ 80 „ „	2.85	0.15	0.3	1.7	6.75	8.75
17.5 „ „ 82.5 „ „	2.85	0.15	—	0.3	8.77	9.07
15 „ „ 85 „ „	2.8	0.2 cm	—	0.7	9.6	10.3
6.25 V % „ 93.75 V % „	3 cm	—	—	1.46 cm	12.48 cm	13.94 cm

Versuchsreihe mit Milchprobe III							
Ganze Milch	2.4 cm	0.6 cm	—	2.1 cm	—	2.1 cm	↓
„ „	2.5	0.5	—	2.6	—	2.6	
75 V % Milch, 25 V % Wasser	2.25	0.75	—	3.3	—	3.3	
70 „ „ 30 „ „	2.5	0.5	—	3.75	—	3.75	
50 „ „ 50 „ „	2.6	0.4	—	4.1	—	4.1	
50 „ „ 50 „ „	2.6	0.4	—	4.1	—	4.1	
40 „ „ 60 „ „	2.5 cm	0.5 cm	—	4.8 cm	—	4.8 cm	

Versuchsreihe mit Milchprobe IV							
Ganze Milch	2.4 cm	0.6 cm	1.7 cm	0.9 cm	3.65 cm	6.25 cm	↓
90 V % Milch, 10 V % Wasser	2.4	0.6	2	—	5.24	7.05	
80 „ „ 20 „ „	2.5	0.5	1.5	5.25	1.2	7.95	
70 „ „ 30 „ „	2.5	0.5	1.35	3.7	3.8	8.85	
50 „ „ 50 „ „	2.6	0.4	1.55	6.6	1.65	9 8	
40 „ „ 60 „ „	2.7	0.3	1.55	5.85	2.6	10	
30 „ „ 70 „ „	2.8	0.2	1.85	6	2.5	10.35	
20 „ „ 80 „ „	2.8 cm	0.2 cm	1.5 cm	6.4 cm	3.6 cm	11.5 cm	

B. Sehr kurze Zeit dauernde Capillarversuche mit **abgerahmter Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser,** in freihangenden Streifen. Nach deren Trocknen an der Luft wurden die Streifen mittelst Aether vom Butterfett befreit.

Versuchsreihe mit Milchprobe V

	3 Centimeter Eintauchszone		Von der Eintauchsgrenze an gezählt, in cm		Totalsteighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm
	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	Weisser Beschlag	Durchscheinend wie Pergamentpapier	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	
Abgerahmte Vollmilch	2.6 cm	0.4 cm	0.6 cm	1.08 cm	1.68 cm
90 V % abgerahmte Vollmilch, 10 V % Wasser	2.65	0.35	1.35	0.9	2.25
70 „ „ „ 30 „ „	2.78	0.22	0.9	2.65	3.55
50 „ „ „ 50 „ „	2.8	0.2	0.9	3.3	4.2
40 „ „ „ 60 „ „	2.82 cm	0.18 cm	1.7 cm	3.8 cm	5.5 cm

Versuchsreihe mit Milchprobe VI

	3 Centimeter Eintauchszone		Von der Eintauchsgrenze an gezählt, in cm		Totalsteighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm
	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	Weisser Beschlag	Durchscheinend wie Pergamentpapier	Dasselbe Aussehen wie das Filtrierpapier	
Abgerahmte Vollmilch	2.35 cm	0.65 cm	1.42 cm	1.35 cm	2.77 cm
80 V % abgerahmte Vollmilch, 20 V % Wasser	2.5	0.5	2.1	3.65	5.75
60 „ „ „ 40 „ „	2.85	0.15	0.8	6.1	6.9
40 „ „ „ 60 „ „	2.8	0.2	1.15 cm	7.3	8.45
30 „ „ „ 70 „ „	2.8	0.2	—	9.6	9.6
20 „ „ „ 80 „ „	2.9 cm	0.1 cm	—	12.3 cm	12.3 cm

C. Capillarversuche mit **abgerahmter Vollmilch und deren Verdünnungen mit Wasser,** in freihangenden Streifen.
Unter Luftdruck und bei Luftverdünnung.

	3 Centimeter Eintauchszone		Von der Eintauchsgrenze an gezählt, in cm			Totalsteighöhe von der Eintauchsgrenze an in cm	
	Aussehen des Filtrierpapiers	Rest von Butterfett leise gelblich	Rest von Butterfett leise gelblich	Aussehen des Filtrierpapiers	Durchscheinend wie Pergamentpapier		
I. Unter Luftdruck							
Abgerahmte Vollmilch	2.4 cm	0.6 cm	—	0.8 cm	3.4 cm	4.2 cm	↓
90 V % abgerahmte Vollmilch, 10 V % Wasser	2.5	0.5	—	1.4	3.5	4.9	
80 „ „ „ 20 „ „	2.7	0.3	—	1.4	3.6	5	
60 „ „ „ 40 „ „	2.5	0.5	—	2.4	4.8	7.2	
40 „ „ „ 60 „ „	2.8 cm	0.2 cm	—	2.4 cm	5.1 cm	7.5 cm	
II. Bei Luftverdünnung							
Abgerahmte Vollmilch	2.8 cm	0.2 cm	—	32.2 cm	—	32.2 cm	↓
80 V % abgerahmte Vollmilch, 20 V % Wasser	3	—	0.3 cm	33.4	—	33.7	
60 „ „ „ 40 „ „	3	—	0.3	33.6	—	33.9	
40 „ „ „ 60 „ „	3 cm	—	0.15 cm	34.05 cm	—	34.2 cm	

Beschreibung der Lichtdrucktafeln 51 und 52.

A Hölzerner Boden des Glaskastens.
B Tischchen, worauf die mit den zu prüfenden Flüssigkeiten bis zu bestimmtem eingeritztem Strich gefüllten Zylindergläser C oder die kleinen Glaszylinderchen bei Mangel an Flüssigkeit zu stehen kommen.
D Schwere mit Blei ausgefüllte Klötze, in welche die aus je zwei ineinander passenden starken Glasröhren
E gesteckt sind, welche durch die beiden Holzleisten
F und G miteinander verbunden sind. Die oberste Holzleiste F hat sieben Schlitze, durch welche die sieben Doppelglaslineale H von oben hindurchgesteckt werden, während sie unten durch ähnliche, vorn aber zum bequemen Ablesen der etwa gerade so hoch stehenden Flüssigkeit offene Schlitze der Holzleiste G hindurchgesteckt werden.

Das vordere Glaslineal ist in Millimeter geteilt, das hintere nicht. Zwsichen beiden Linealen ist der Filtrierpapierstreif.

Die von mir gewöhnlich angewandten Glaslineale haben eine Länge von 55 cm. Bei Anwendung längerer Glaslineale werden die Gläser mit den zu untersuchenden Flüssigkeiten nicht auf das Tischchen, sondern direkt auf den Boden des Glaskastens gestellt. Die Breite der Filtrierpapierstreifen beträgt gewöhnlich bei genügender Flüssigkeitsmenge 2 cm, bei wenig Flüssigkeit unter Anwendung schmaler Zylinderchen nur 0.5 cm.

Die Streifen lasse ich unten meist 4—6 cm frei herausragen und je nach der Grösse des untergestellten Gefässes mit 3 bis 5 cm in die zu prüfende Flüssigkeit hineintauchen, so dass zwischen Flüssigkeitsoberfläche und Glaslinealen 1 cm des Streifs sich frei an der Luft befindet.

J ist ein Minimal-Maximalthermometer.

Nach Installation des Apparats wird der Glaskasten K, dessen Rahmen und Boden aus Eichenholz besteht, mit Hilfe des auf eisernen, auf beiden Seiten des Kastens bis zum Plafond reichenden, Schienen L laufenden Gegengewichts M, welches durch über Rollen R_1 und R_2 laufende Stricke N mit dem Deckel des Kastens verbunden ist, bis auf den Boden heruntergelassen, so dass nun Flüssigkeit und Filtrierpapiere vor Einflüssen der äusseren Luft geschützt sind.

Für die periodischen Ablesungen kann der Kasten mit Leichtigkeit hinaufgeschoben werden.

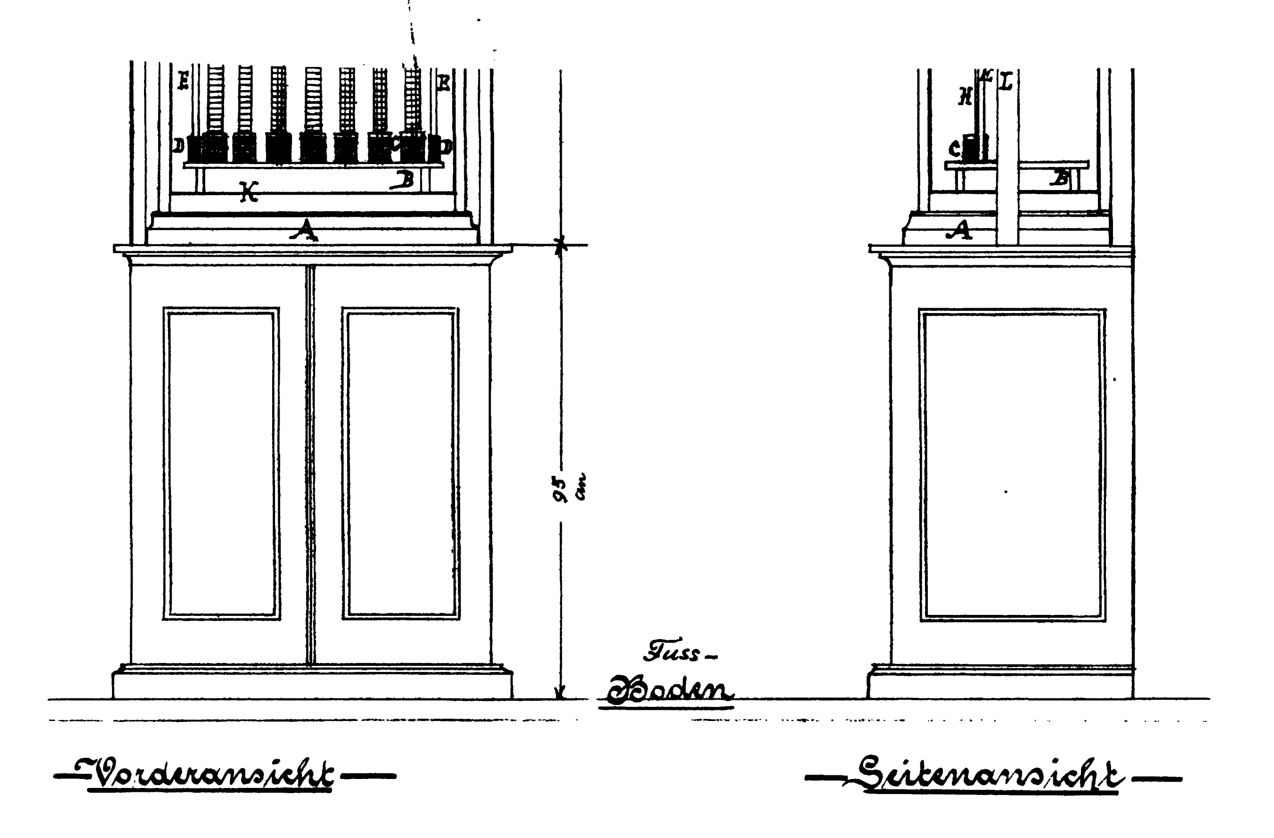
Zu meinen Untersuchungen habe ich einstweilen vier Glaskasten im Gebrauche.

Von den durch Herrn **Alfred Ditisheim** angefertigten Lichtdrucktafeln 51 und 52 ist 51 nach einer Photographie desselben, 52 nach einer Zeichnung von Herren **Vohland & Bär** A.-G. angefertigt.

Bei meinen Versuchen hat mich mein Diener und Gehilfe, Herr **Karl Kuhni,** in gewissenhafter Weise unterstützt, wofür ich ihm hier meinen Dank ausspreche.






E
E
D
C
D
K
B
A
95 cm
Fuss-
Boden
H
K
L
C
B
A
—Vorderansicht—
—Seitenansicht—

